Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Tübingen

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. S. Weller

DIE KNIEGELENKSARTHRODESE
(Indikation, Technik, Ergebnisse)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Gertraud Kremer

aus Schwelm

1984

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546526_0010

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Tübingen

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. S. Weller

DIE KNIEGELENKSARTHRODESE
(Indikation, Technik, Ergebnisse)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Gertraud Kremer

aus Schwelm

1984

Dekan:	Professor Dr. H. D. Waller
1. Berichterstatter:	Privatdozent Dr. U. Pfister
2. Berichterstatter:	Privatdozent Dr. J. Eulert

Meinen Eltern gewidmet

Für die Überlassung des Themas, sowie die Betreuung und Korrektur der Arbeit, möchte ich Herrn Oberarzt PD Dr. med. Pfister, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen, meinen besten Dank aussprechen.

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	PROBLEMSTELLUNG	1
2.	EINLEITUNG	2
2.1.	Zum Wandel der Indikationen	2
2.1.1.	Absolute Indikationen	4
2.1.1.1.	Die infektiöse Gonarthrose	4
2.1.1.2.	Die paretisch bedingte Destruktion	5
2.1.1.3.	Das Hämophilie-Gelenk	5
2.1.1.4.	Die neuropathisch bedingte Destruktion	5
2.1.2.	Relative Indikationen	6
2.1.2.1.	Die statische/idiopathische Gonarthrose	6
2.1.2.2.	Die posttraumatische Gonarthrose	6
2.1.2.3.	Die Sekundärgonarthrose	7
2.1.2.4.	Die neoplastisch bedingte Destruktion	7
2.2.	Zur Entwicklung der Arthrodesetechniken	8
2.2.1.	Die Entwicklung der Resektionsarthrodese in schematischen Darstellungen	12
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	15
3.1.	Methodik der eigenen Untersuchungen	15
3.1.1.	Auswertung der Befunde bei 121 Arthodesen (Frühergebnisse)	15
3.1.2.	Auswertung der Befunde bei 70 Arthodesen 6 - 12 Jahre postoperativ (Spätergebnisse)	15
3.2.	Ergebnisse	17
3.2.1.	Frühergebnisse	17
3.2.1.1.	Patientengut	17
3.2.1.2.	Vorgeschichte und Indikationen	18
3.2.1.2.1.	Primärversorgung	25
3.2.1.2.2.	Kniegelenksarthrodesen bei Fehlergebnis nach Kniegelenksersatz	27
3.2.1.2.3.	Zeitraum zwischen Unfall und Arthrodesenoperation	29
3.2.1.2.4.	Früharthrodesen	30
3.2.1.2.5.	Präoperativer Status der Kniegelenke	32

Seite

3.2.1.2.6.	Achsenverhältnisse und Kniegelenksfunktion	32
3.2.1.3.	Techniken und Behandlungsresultate	34
3.2.1.3.1.	Technik der Resektionsarthrodese am Kniegelenk	34
3.2.1.3.2.	Postoperative Komplikationen	37
3.2.1.3.3.	Zweiteingriffe	39
3.2.1.3.4.	Behandlungsresultate	41
3.2.1.3.5.	Postoperative Ruhigstellung	45
3.2.1.3.6.	Behandlungsdauer und Zeit bis zur Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit	47
3.2.2.	Spätergebnisse	49
3.2.2.1.	Patientengut	49
3.2.2.2.	Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung	51
3.2.2.2.1.	Allgemeine Ergebnisse	51
3.2.2.2.2.	Weichteilverhältnisse	52
3.2.2.2.3.	Untersuchungsbefund der Füße	54
3.2.2.2.4.	Untersuchungsbefund des Rückens	55
3.2.2.2.5.	Gangbild	55
3.2.2.2.6.	Beinverkürzung und Absatzausgleich	56
3.2.2.2.7.	Funktionsprüfung der benachbarten Gelenke	58
3.2.2.3.	Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung	61
3.2.2.3.1.	Vergleich des röntgenologischen Befundes der Lendenwirbelsäule mit Skoliose, Hyperlordose und Beinverkürzung	64
3.2.2.3.2.	Vergleich der röntgenologischen Nachuntersuchungsergebnisse mit Voraufnahmen aus dem Jahr der Arthrodesenoperation	64
3.2.2.3.3.	Überblick über die klinischen und röntgenologischen Spätergebnisse	67
3.2.2.4.	Ergebnisse der Fragebogenauswertung	67
3.2.2.4.1.	Auswirkung der Kniegelenksarthrodese im persönlichen Bereich der Patienten	68

		Seite
3.2.2.4.2.	Auswirkung der Kniegelenksarthrodese im beruflichen und sozialen Bereich der Patienten	70
4.	FALLBEISPIELE IN RÖNTGENBILDERN	73
4.1.	Fall 1: Kniegelenksarthrodese wegen Fehlstellung nach Kniegelenksempyem	73
4.2.	Fall 2: Kniegelenksarthrodese nach Tibiakopftrümmerfraktur und Osteomyelitis	76
4.3.	Fall 3: Kniegelenksarthrodese nach Infektpseudarthrose	79
4.4.	Fall 4: Kniegelenksarthrodese nach infizierter Knietotalprothese bei rheumatoider Arthritis	82
4.5.	Fall 5: Kniegelenksarthrodese nach infizierter Schlittenprothese	85
5.	DISKUSSION	89
5.1.	Vorgeschichte und Indikation von 121 Kniegelenksarthrodesen in der BGU Tübingen	89
5.1.1.	Indikationen	89
5.1.2.	Geschlecht und Alter	89
5.1.3.	Unfallursachen	90
5.1.4.	Verletzungsarten	90
5.1.5.	Primärversorgung	90
5.1.6.	Zeit zwischen Unfall und Arthrodesenoperation	91
5.1.7.	Arthrodese wegen Fehlergebnis nach Knietotalprothese	91
5.1.8.	Präoperativer Status	91
5.2.	Technische Durchführung und postoperative Therapie der Kniegelenksarthrodese	92
5.2.1.	Technik der Resektionsarthrodese	92
5.2.2.	Ruhigstellungsart und -dauer postoperativ	92
5.2.3.	Spongiosaplastik	93
5.2.4.	Operativer Zugang zum Kniegelenk	94

		Seite
5.3.	Frühergebnisse	94
5.3.1.	Primärer Behandlungserfolg und Rearthrodesen	94
5.3.2.	Arthrodese nach Kniegelenksersatz	94
5.3.3.	Postoperative Komplikationen	95
5.4.	Spätergebnisse	96
5.4.1.	Patientengut	96
5.4.2.	Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung	96
5.4.2.1.	Behandlungsergebnisse	96
5.4.2.2.	Beinverkürzung und Absatzausgleich	97
5.4.2.3.	Achsenverhältnisse	98
5.4.2.4.	Bewegungseinschränkung im Bereich der benachbarten Gelenke	98
5.4.3.	Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung	98
5.4.4.	Ergebnisse der Fragebogenauswertung	100
6.	ZUSAMMENFASSUNG	102
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	103
	LITERATURVERZEICHNIS	104

1. PROBLEMSTELLUNG

Im Zeitalter des künstlichen Gelenkersatzes scheinen Verfahren zur operativen Versteifung des Kniegelenkes in den Hintergrund zu treten.
Es finden sich aber auch heute noch eine Reihe von Indikationen für diese Operation. Dazu gehören insbesondere auch die Fehlergebnisse nach Kniegelenksersatz, bei denen die Arthrodesenoperation meist die einzig mögliche funktionell befriedigende Lösung bietet.
Im folgenden sollen an Hand der zwischen 1970 - 1982 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführten 121 Arthrodesenoperationen am Kniegelenk die Indikationen, die Technik und die Ergebnisse der Kniegelenksversteifung erörtert werden.
Besondere Beachtung wird dabei den Spätergebnissen und den möglicherweise auftretenden Veränderungen an den Nachbargelenken und der Lendenwirbelsäule geschenkt.

2. EINLEITUNG

Unter einer Arthrodese wird die künstlich auf intra- oder extraartikulärem Wege herbeigeführte absolut feste knöcherne Versteifung eines Gelenkes verstanden.
Das Ziel der Arthrodesenoperation ist es, durch Versteifung in funktionsgünstiger Stellung Schmerzfreiheit, Belastbarkeit und Stabilität der betroffenen Extremität zu erreichen. Dafür müssen der Verlust der Beweglichkeit, die Verkürzung und eventuell auftretende Schäden an den Nachbargelenken in Kauf genommen werden.

Als Grundformen der Operation gelten die intraartikuläre und die extraartikuläre Arthrodese.
Bei der intraartikulären Arthrodese lassen sich Anfrischungs-, Verriegelungs- und Bolzungsarthrodesen unterscheiden, während die extraartikuläre Arthrodese unter Verwendung eines überbrückenden Knochenspans durchgeführt wird.
Unter einer kombinierten Arthrodese versteht man die Operation unter Verwendung von primär fixierenden Nägeln und Schrauben in Kombination mit zusätzlicher Einfügung von Knochen. Dabei gibt das Metall den primären Halt, der zusätzlich eingefügte Knochenspan soll die Verknöcherung anregen und die Dauerverknöcherung sichern (LANGE 1955).

2.1. Zum Wandel der Indikationen

Seit Einführung der Kniegelenksarthrodese vor 100 Jahren durch ALBERT galten bis in die 50er Jahre die tuberkulöse Gonitis und die poliomyelitischen und tabischen Lähmungen als die häufigsten Indikationen (HIBBS 1930, CHARNLEY 1948, MÜLLER 1955, GREEN 1967).
Die erfolgreiche Behandlung und Prophylaxe der Grunderkrankungen ließen die Kniegelenksarthrodese bei diesen Indikationen zu einem relativ seltenen Eingriff werden (FISCHER 1972).

Bedingt durch die Erhöhung der Lebenserwartung, die Zunahme der schweren Arbeits- und Verkehrsunfälle und der Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises stellen heute die degenerativen, die posttraumatischen und die rheumatischen Gelenkveränderungen die Hauptindikationen. Bedeutung erlangte die Operation in den letzten Jahren auch zunehmend bei Fehlergebnissen nach Kniegelenkersatz (HOLZ 1976).

Bei diesen Indikationen bedeutet die operative Versteifung häufig die letzte Möglichkeit, eine dauerhafte Belastungsstabilität und Schmerzfreiheit zu erreichen (PFISTER 1975).

Hervorgehoben seien die wichtigsten subjektiven Leitsymptome, die den Patienten veranlassen, seine Kniegelenks-(rest)beweglichkeit zu opfern, da sie den letzten Ausschlag zur Indikation geben. Mit abnehmender Häufigkeit sind dies der unerträgliche Belastungs- und Dauerschmerz verbunden mit einer erheblichen Einschränkung der Wegstrecke, die funktionell ungünstige Einsteifung mit Streckdefizit, die mit anderen Mitteln nicht beherrschbare Infektion sowie die irreparable Instabilität (BRUNNER 1976).

Der Entschluß zur Arthrodesenoperation hängt von vielen Faktoren ab.
Je jünger der Patient, und je höher die tägliche Belastung des betroffenen Knies, desto eher wird man sich für die Arthrodese entscheiden.
Ebenso spielen Geschlecht, Beruf und die soziale Umwelt eine wesentliche Rolle.
Auch kosmetische und ästhetische Gesichtspunkte können die Indikation beeinflussen.
Wichtige Vorbedingung für eine Arthrodese ist eine normale Beweglichkeit im Hüft- und Sprunggelenk der betroffenen Seite und eine ausreichende Beweglichkeit der kontralateralen Extremität sowie der Lendenwirbelsäule.
Eine Ausnahme hiervon stellen die rheumatischen Erkrankungen dar.
Die entscheidende Grundvoraussetzung neben der allgemeinen

Operabilität ist jedoch die klare Einsicht des Patienten, daß für die Schmerzfreiheit, Stabilität, Belastbarkeit des betroffenen Beines der Bewegungsverlust, die Verkürzung und die höhere Beanspruchung der benachbarten Gelenke toleriert werden muß, und daß es für ihn in seiner Situation keine Alternative gibt (MEEDER 1981).

HUKE unterteilt die Indikationen zur Kniegelenksarthrodese in absolute und relative, wobei bei den relativen Indikationen auch die Möglichkeit einer Alloarthroplastik in Betracht zu ziehen ist. Bei der Differentialindikation Arthrodese oder Alloarthroplastik sollte immer zuerst die Arthrodese bedacht werden, da sie ein höheres Maß an Erfolgssicherheit bietet und vom Patienten weniger Kooperation verlangt als die Alloarthroplastik (HUKE 1975).

2.1.1. Absolute Indikationen

2.1.1.1. Die infektiöse Gonarthrose

"Die operative Kniegelenksversteifung ist zur Zeit die einzige sichere Möglichkeit, mit der bei einer eitrigen Infektion der Knieregion mit der Zerstörung der Gelenkflächen sowohl der Infekt beherrscht werden als auch die Belastbarkeit der betreffenden Extremität erreicht werden kann" (DECKER 1982).

Die spezifischen Gelenksentzündungen spielen durch die heute verbesserten Möglichkeiten konservativer Behandlung kaum noch eine Rolle.
Heute handelt es sich im wesentlichen um abgelaufene oder manifeste Entzündungen nach offenem Kniegelenkstrauma, Arthrotomie, Osteosynthese, Alloarthroplastik und Empyeme nach intraartikulärer Injektion. Operationstechnisch ist bei der Arthrodese im Infekt die externe Kompressionsarthrodese als Verfahren der Wahl anzusehen, da die metal-

lischen Implantate fern vom Infektionsherd eingebracht werden können, und nur ein geringer Kontakt mit der Knochenoberfläche erforderlich ist (DECKER 1982).

Nach Kniegelenksersatz hat sich freilich gezeigt, daß die sekundäre Arthrodese technisch schwieriger und prognostisch zweifelhafter als die primäre Arthrodese ist. Die Vorteile der Kniegelenksarthrodese, Schmerzfreiheit, Stabilität und volle Belastungsfähigkeit sind in der Regel nicht mehr vollständig erreichbar (DECKER 1982). Abhängig vom Prothesentyp ist die Arthrodese meist nur unter erheblicher Verkürzung möglich.

2.1.1.2. Die paretisch bedingte Destruktion

Auch die paretisch bedingten Instabilitäten sowie Destruktionen im Kniegelenk nach Poliomyelitis oder Myopathie sind heute eine Seltenheit. Bei allen Lähmungen gleich welcher Genese gilt die Arthrodese als Methode der Wahl (HUKE 1975).

2.1.1.3. Das Hämophilie-Gelenk

In dem seltenen Fall eines Hämophilie-Gelenkes ist nach Ausschöpfung aller konservativen Möglichkeiten die Arthrodese die einzige mögliche Behandlungsmethode (HUKE 1975).

2.1.1.4. Neuropatisch bedingte Destruktion

Die neuropathisch bedingte Destruktion des Kniegelenkes, das Charcot-Gelenk, ist heute extrem selten. Die Arthrodese ist hier die Methode der Wahl. Gute Ergebnisse konnten mit der Doppelplattenosteosynthese erzielt werden (BLAUTH 1975).

2.1.2. Relative Indikationen

2.1.2.1. Die statische / idiopathische Gonarthrose

In allen Fällen, in denen ein Gelenkersatz nicht indiziert oder eine Korrekturosteotomie nicht ausreichend oder erfolgversprechend ist, bietet die Arthrodese eine gute Behandlungsmöglichkeit, soweit die Kompensationsfähigkeit der benachbarten Gelenke gegeben ist. Insbesondere muß diese Möglichkeit diskutiert werden, wenn die Trias Gonarthrose, Adipositas permagna und Status postthrombotikus vorhanden ist (BROOKER 1981).

2.1.2.2. Die posttraumatische Gonarthrose

Ist nach einem schweren Trauma die Rekonstruktion eines Gelenkes nicht mehr möglich, bestehen starke Schmerzhaftigkeit und erhebliche Bewegungseinschränkung, so stellt sich die Frage des künstlichen Gelenkersatzes oder der Arthrodese. Sind schwerste Weichteilverletzungen, ein massiver knöcherner Substanzverlust oder irreparable Instabilität vorhanden, muß die Arthrodese diskutiert werden.
Die sofortige Arthrodesenoperation bei der frischen offenen Gelenkzerstörung wird nur sehr selten durchzuführen sein (WITT 1973).
Risikoärmer ist die Früharthrodese 4 - 6 Wochen nach dem Unfall (GRONERT 1973) bei inzwischen eingetretener Revitalisierung der Fragmente. Sie ist ausnahmsweise dann angezeigt, wenn mit einer Wiederherstellung der Gelenkfunktion nicht gerechnet werden kann, zum Beispiel bei veralteten Luxationen mit Subluxationsstellung und weitgehender Zerstörung des Kapselbandapparates. Diese klassische Form des völlig instabilen Kniegelenkes ohne wesentliche Arthose ist jedoch selten. Häufiger ist die kombinierte Knochen- und Bandverletzung oder die sekundär instabile Arthose nach Fehlstellung. Hier ist der Weg bis zur Arthrodese deutlich länger (GRIEBEL 1977).

Zum Beispiel ist die Arthrodese bei der schmerzhaften Arthrose nach Tibiakopftrümmerfrakturen insbesondere dann indiziert, wenn es sich um einen jungen Patienten handelt, rezidivierende Reizzustände, schwere Deformierungen der Gelenkflächen, eine Infektion oder eine Infektionsvorgeschichte, eine Bewegungseinschränkung oder eine Instabilität vorliegen (HIERHOLZER 1975).

Bei alten Patienten ist eine Primärarthodese dann angezeigt, wenn bei ausgedehnten Trümmerfrakturen des Kniegelenkes durch rekonstruktive Maßnahmen eine ausreichende Wiederherstellung der Gelenkfunktion nicht zu erwarten ist (KLEMS 1975).

2.1.2.3. Die Sekundärgonarthrose

Unter den Sekundärgonarthrosen werden in erster Linie die Veränderungen bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises verstanden.
Da bei den rheumatischen Erkrankungen häufig die Kompensationsfähigkeit durch benachbarte Gelenke nicht gegeben ist, wird primär die endoprothetische Versorgung bevorzugt, um das Ziel der Mobilisierung des Patienten zu erreichen. Im Falle eines Fehlergebnisses nach Gelenkersatz kann auf die Möglichkeit der Sekundärarthrodese zurückgegriffen werden.

2.1.2.4. Die neoplastisch bedingte Destruktion

Bei ausgedehnten destruierenden Prozessen im Kniegelenksbereich ist die endoprothetische Versorgung häufig nicht primär indiziert. Man wird sie aber in den Fällen bevorzugen, in denen die Gesamtmobilität des Patienten vorrangig ist (HUKE 1975).

Die Arthrodese nach Tumorresektion wirft operationstechnische

Probleme auf, ist aber das sicherste Verfahren. Bereits 1927 wurde von JUVARA eine Umkipp-Plastik angegeben, bei der durch Halbierung des unteren Femurendes bzw. des oberen Tibiaabschnittes in der Frontalebene ein Eigenspan gewonnen und nach einer Drehung um 180° in den Defekt eingeführt wurde (ZENKER 1973).

Gute Ergebnisse konnten auch mit dem Marknagel und Knochentransplantat (MERLE D'AUBIGNÉ 1958, ENNEKING 1973) sowie mit der internen Plattenosteosynthese und Knochentransplantat (BLAUTH 1978) erzielt werden.

In jüngster Zeit besteht aber die Tendenz, auch bei großen Resektionen spezielle Tumor-Prothesen einzusetzen (SALZER-KUNSTSCHNIK).

2.2. Zur Entwicklung der Arthrodesetechniken

Die erste Resektionsarthrodese am Kniegelenk wurde 1878 von dem Wiener Chirurgen ALBERT ausgeführt. Bei einem 17-jährigen Mann, dessen Knie bei einer bestehenden Eiterung ankylosiert war, sägte er die Femurkondylen fast vollständig ab, legte einige Silberdrahtsuturen durch Knochen und Weichteile, verschloß die ganze Wunde durch eine Naht und lagerte dann das Bein in einem Petit'schen Stiefel (SETTNER 1981).

Seitdem sind eine Vielzahl von Techniken entwickelt worden, mit dem Ziel, die Konsolidierungszeit zu verkürzen und den Erfolg des absolut festen knöchernen Durchbaus zu garantieren.
Zunächst liefen die Bemühungen darauf hinaus, die resezierten Gelenkflächen im Gipsverband vor Verschiebungen zu sichern.
So führte HIBBS 1911 die Knorpelresektionsarthrodese ein. Er überbrückte den Gelenkspalt mit der in ein vorbereitetes

Bett in Femur und Tibia eingefügten Patella und erreichte damit eine Stabilitätserhöhung (HIBBS 1911).
1914 versuchte GOCHT mit einem Seidenfaden, den er durch zwei Bohrlöcher in Ober- und Unterschenkel führte, eine stärkere Adaptierung der beiden Resektionsflächen zu erreichen.
1917 verwendete GOLLOWAY zwei Nägel, die er gekreuzt durch das Gelenk schlug, zur internen Fixation (GOLLOWAY 1917).

1924 entwickelte ROEREN die Spanrotationsmethode, die von LANGE zur Spanverriegelungstechnik modifiziert wurde (LANGE 1965).
Während die genannten Methoden ausschließlich zur Sicherung der Ruhigstellung dienten, gelang es durch Techniken mit zusätzlicher Kompression der resezierten Gelenkflächen, die Zeit bis zum knöchernen Durchbau abzukürzen.
Durch KEY 1932 wurden Druckkräfte erstmals zur Arthrodese des Kniegelenkes angewandt, indem er zwei 1,6 mm starke Nägel in die Gelenkenden einschlug und mit einer Klemmschraube anzog. Er konstatierte zwar den raschen knöchernen Durchbau, gab die Methode jedoch wegen technischer Mängel wieder auf.
Im deutschen Sprachraum hat sich eine Zeit lang die von GREIFENSTEINER 1945 eingeführte Kompressionsmethode mit Doppelspannbügel durchsetzen können. GREIFENSTEINER bohrte Kirschnerdrähte durch die Knochenenden und spannte sie in einem Bügel an. Diese Technik erfuhr unter anderem Modifikationen von WUSTMANN, FÜRMAIR, EXNER, SACHSE und BÄTZNER. Die Nachteile dieser Methode liegen in der Breite und Schwere des Spannbügels, im Abknicken und Einschneiden der Kirschner-Drähte in die Haut. BÖHLER wies nach, daß die im Knochen beweglichen Kirschnerdrähte leichter als Steinmannägel zur Infektion führen können (M. E. MÜLLER 1963).
Außerdem ist mit der Doppelspannbügeltechnik die notwendige Kompression von 50 kg nicht erreichbar. Eine Frühmobilität ist ausgeschlossen, da keine Stabilität gegen Biegebeanspruchung besteht (DIEHL 1973).

1948 griff CHARNLEY die Methode von KEY wieder auf. Er benutzte zwei 4 mm starke Steinmannnägel und verband die Nägel durch zwei neu konstruierte äußere Schraubenspanner.

CHARNLEY konnte beweisen, daß nicht Fixation und exakte Apposition, sondern die Kompression der entscheidende Faktor für die schnellere Knochenneubildung ist (CHARNLEY 1952).

1955 modifizierte MÜLLER die Methode dadurch, daß er vier statt zwei Steinmannnägel und vier Spanner in der Frontalebene benutzte (MÜLLER 1955). "Das Behandlungsprinzip ist, daß oberhalb und unterhalb der resezierten Gelenkflächen ein bzw. zwei Steinmannnägel senkrecht zur Längsachse des Knochens durchgetrieben, und daß diese Nägel durch seitliche Gestänge unter Druck gesetzt werden. Werden vier Steinmannnägel verwendet, so sollen zwei nahe der Arthrodesenlinie eingesetzt werden, und zwar möglichst dorsal, und zwei je ungefähr vier Zentimeter von der Arthrodesenlinie entfernt ventral."
Die Wirkung der Kompression auf Spongiosaknochen ist nach MÜLLER mechanischer und biologischer Art.
"Mechanisch, weil eine exakte Fixation und eine optimale Osteosynthese gewährleistet wird. Durch innigen Kontakt ist der tote Raum zwischen den resezierten Gelenkflächen auf ein Minimum reduziert, der schmale Spalt läßt sich leichter und schneller überbrücken.
Scherbewegungen und Abgleiten sind ausgeschlossen.
Biologisch, weil durch Druck eine lokale Hyperämie entsteht, und die Osteoblasten zur Knochenneubildung angeregt werden. Hierdurch ist die rasche klinische Konsolidierung erklärlich."
Wie BAKER und UEHLINGER durch Biopsien bewiesen, sind vier Wochen post operationem beide Resektionsflächen mit einer überaus straffen, engmaschigen Spongiosa verbunden (MÜLLER 1955).

Die Erfahrungen mit der Resektions-Kompressionsarthrodese in den letzten Jahren zeigen, daß der entscheidende Vorteil

der Druckarthrodese im Vergleich mit den Nicht-Kompressions-Verfahren nicht in der höheren Fusionsrate und im schnelleren knöchernen Durchbau des Gelenkes, sondern in der Möglichkeit der früheren Mobilisation der Patienten mit angelegtem äußeren Spanngerät liegt (GREEN 1967, JASTER 1979).

Eine weitere Verbesserung in dieser Richtung konnte durch 3-dimensionale Anordnung der Montage erreicht werden (HIERHOLZER 1975).

Zu den frontal in Femur und Tibia eingebrachten Nägeln werden zusätzlich zwei Schanz'sche Schrauben sagittal in die beiden Knochenteile gebohrt.

"Die Fixateur externe-Montage beginnt mit dem Anlegen des Rahmens in der Frontalebene, nach dessen Vorspannung folgt die Ergänzung zur räumlichen Anordnung. Die am ventralen Rohr fixierten Schanz'schen Schrauben sollten ebenfalls vorgespannt werden. Die ventrale Klammer hat aber nur dann eine wesentliche stabilitätserhöhende Wirkung, wenn sie mit dem frontalen Rahmen verbunden wird. Das kann z. B. durch schräg angeordnete Steinmannägel erfolgen" (DECKER 1982).
Der Vorteil dieser 3-dimensionalen Montage liegt in der Neutralisation des Biegemoments in ventrodorsaler Richtung sowie des Drehmoments. Damit wird die Frühmobilisation und Teilbelastung schon nach wenigen Wochen möglich.

Keinen Vorteil bietet die räumliche Montage bei breitem knöchernen Kontakt. Sie ist dagegen indiziert bei reduziertem Kontakt, fortgeschrittener Osteoporose, Knochendefekt, Infekt (DECKER 1982).

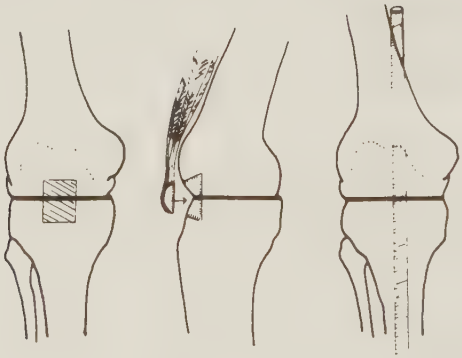
Die Methoden der internen Plattenosteosynthese (BLAUTH 1969) und der selbstspannenden versetzten Druckplatten (MITTELMEIER 1975) kommen heute nur in wenigen Kliniken zur Anwendung. Gute Indikationen für diese Technik sind die neurogene Arthropathie, die En-bloc-Resektion bei Tumoren sowie gelenknahe Pseudarthrosen mit gleichzeitiger Gelenk-

zerstörung. Ihr Nachteil besteht in der Gefahr der Frühinfektion, sowie der Notwendigkeit einer zweizeitigen Metallentfernung. Voraussetzung für den ausgedehnten Eingriff sind intakte Weichteile (HIERHOLZER 1975).
Ihr Vorteil besteht in der Belastungsstabilität, die die Frühmobilisation und den Verzicht auf Gipsbehandlung möglich macht (DIEHL 1973).

Die Fixationstechnik mit Marknägeln (CHAPCHAL 1948, KNUTSON / LIDGREN 1982) kommt heute nur noch bei besonders gelagerten Einzelfällen zur Anwendung (HIERHOLZER 1983).

2.2.1. Die Entwicklung der Resektionsarthrodese in schematischen Darstellungen

Abb. 1



a b

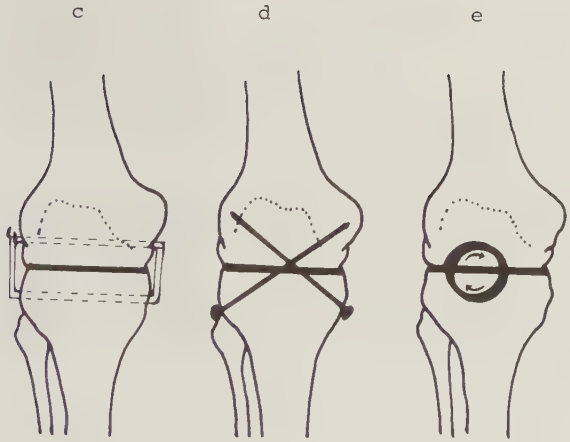
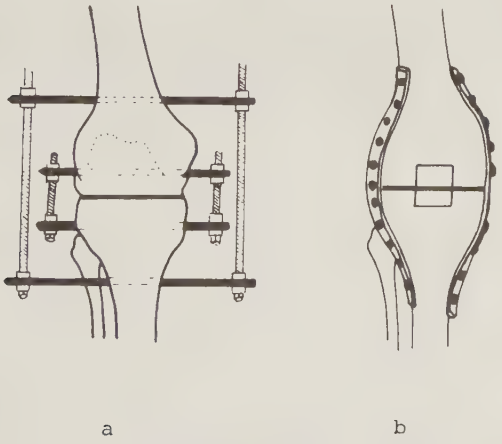


Abb. 1 Resektionsarthrodesen: (a) Arthrodese nach HIBBS,
(b) Arthrodese durch Markraumnagelung,
(c) nach GOCHT, (d) GOLLOWAY, (e) ROEREN.

Abb. 2



c

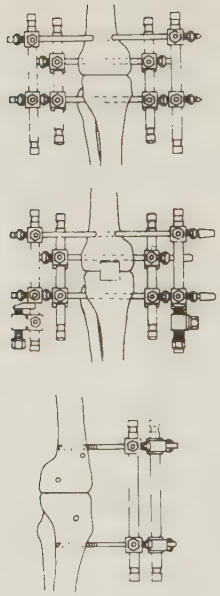


Abb. 2 Resektionsarthrodesen: (a) Kompressionsarthrodese nach CHARNLEY-MÜLLER, (b) Doppelplattenarthrodese, (c) verbesserte Methode des Fixateur externe mit Rohrsystem und 3-dimensionaler Montage.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Methodik der eigenen Untersuchungen

3.1.1. Auswertung der Befunde bei 121 Arthrodesen (Frühergebnisse)

In der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wurde von 1970 - 1982 an 121 Patienten eine Kniegelenksversteifung durchgeführt.
Anhand dieses Patientengutes wurden die Frühergebnisse bis zum Behandlungsabschluß in der BGU erörtert.
Von 1970 - 1978 kam vorwiegend der 2-dimensionale Fixateur externe in der Ausführung nach CHARNLEY-MÜLLER (MÜLLER 1955) zur Anwendung (Gruppe 1).
Von 1979 - 1982 wurde der 3-dimensionalen Montage der Vorzug gegeben (HIERHOLZER 1975) (Gruppe 2).
Mittels dieser beiden Gruppen wurden die Verfahren der 2- und 3-dimensionalen Fixation einem Vergleich unterzogen.
Technische Details, wie der operative Zugang, Belassung oder Entfernung der Patella, optimale Achsenstellung der Arthrodese wurden in Bezug auf ihre klinische Bedeutung überprüft.
Es wurden die Frühkomplikationen und die Methoden zu ihrer Beherrschung erörtert.

3.1.2. Auswertung der Befunde bei 70 Arthrodesen 6 - 12 Jahre postoperativ (Spätergebnisse)

Von 1970 - 1976 wurde in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen an 70 Patienten eine Kniegelenksarthrodese durchgeführt.
Um die Langzeitresultate dieser Gruppe zu überprüfen, wurde an die 60 überlebenden Patienten ein Fragebogen verschickt. (Anhang)
51 Patienten nahmen in dieser Form Stellung zu Fragen des subjektiven Nutzens, der psychosozialen Beeinträchtigung

sowie der Folgeschäden.
33 dieser Patienten stellten sich zusätzlich zu einer klinischen und radiologischen Untersuchung im Oktober und November 1982 zur Verfügung.
Die Ergebnisse der Nachkontrolle wurden anhand eines Untersuchungsschemas (Anhang) und mit dem Meßblatt für untere Gliedmaßen (nach der Neutral-O-Methode) dokumentiert.

Die Röntgenuntersuchung umfaßte Aufnahmen der Sprunggelenke und Kniegelenke, jeweils beidseits in zwei Ebenen, sowie eine Beckenübersichts- und eine Lendenwirbelsäulenaufnahme in seitlicher Position.
Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte nach der Einteilung für Arthrosezeichen von J. STADLER (1975):

keine Arthrose:
keine Veränderungen im Vergleich zur gesunden Seite.

leichte Arthrose (+):
Sklerosierung der Gelenkflächen, Gelenkspalt nicht verschmälert, keine oder geringe Ausziehung ventral oder dorsal, keine Zysten.

mittlere Arthrose (++):
Gelenkspalt deutlich verschmälert, deutliche Zysten und / oder Anbauten, unregelmäßige Gelenkflächen.

schwere Arthrose (+++):
starke Veränderungen bis zur Ankylose.

In Bezug auf das versteifte Kniegelenk wurde untersucht, ob neben der Stabilität Belastbarkeit und sichere Schmerzfreiheit tatsächlich in allen Fällen erreicht worden war. Das Hauptinteresse galt der Frage der Folgeschäden im Bereich der benachbarten Gelenke. Hierbei wurde insbesondere auf das Ausmaß von Beschwerden, Bewegungseinschränkung und röntgenologischen Veränderungen im Sinne einer Verstärkung oder Auslösung einer Arthrose eingegangen.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Frühergebnisse

3.2.1.1. Patientengut

Es wird über 121 Patienten berichtet, bei denen in der Zeit von 1970 - 1982 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen eine Kniegelenksversteifung durchgeführt wurde. In 3 Fällen, in denen bereits in einer auswärtigen Klinik ein Versuch zur Kniegelenksversteifung unternommen worden war, handelte es sich um Rearthrodesen.
In dem untersuchten Zeitraum von 13 Jahren wurden pro Jahr zwischen 5 und 15 Kniegelenke versteift, was einem jährlichen Durchschnitt von 9 Arthrodesenoperationen entspricht.
In 56 (46,3 %) Fällen war das rechte Kniegelenk, in 65 (53,7 %) Fällen das linke Kniegelenk betroffen.
Das Alter der 42 (34,7 %) weiblichen und 79 (65,3 %) männlichen Patienten betrug bei der Durchführung der Arthrodese durchschnittlich 52,4 Jahre.
Der jüngste Patient war 16 Jahre, der älteste 82 Jahre alt.

Tab. 1: Altersverteilung

10 - 20 Jahre	9	(7,4 %)
21 - 30 Jahre	6	(5,0 %)
31 - 40 Jahre	11	(9,1 %)
41 - 50 Jahre	26	(21,5 %)
51 - 60 Jahre	30	(24,8 %)
61 - 70 Jahre	25	(20,7 %)
71 - 80 Jahre	13	(10,7 %)
81 - 90 Jahre	1	(0,8 %)
Summe	121	(100 %)

Die meisten Kniegelenksversteifungen (24,8 %) wurden in der Altersgruppe zwischen 51 - 60 Jahren durchgeführt.

3.2.1.2. Vorgeschichte und Indikationen

Die folgenden Tabellen geben Aufschluß über die Gründe, die zur Arthrodese führten.

Tab. 2: Pathogenese der Gonarthrosen

posttraumatische Gonarthrose	96	(79,3 %)
degenerative Gonarthrose	13	(10,7 %)
rheumatoide Arthritis	8	(6,6 %)
neuropathische Destruktion	2	(1,7 %)
tuberculöse Gonitis	1	(0,8 %)
Tumor (path. Fraktur)	1	(0,8 %)
Summe	121	

Die posttraumatische Gonarthrose stellte den Hauptanteil (79,3 %) der Indikationen zur Kniegelenksversteifung. Dieser Anteil ist sicherlich auf die besondere Aufgabe der Klinik als Behandlungsstätte von Arbeitsunfällen zurückzuführen.
Die nächst wichtigsten Indikationen waren die degenerative Gonarthrose (10,7 %) sowie die rheumatoide Arthritis (6,6 %).

Bei den zwei Fällen mit neuropathischer Destruktion handelte es sich um einen Zustand nach Poliomyelitis und eine spastische Hemiplegie nach Schädelhirntrauma.
Bei dem kniegelenksnahen Tumor handelte es sich um eine juvenile Knochenzyste.

Die Unfallursachen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tab. 3: Unfallursachen

Arbeitsunfälle	32	(33,3 %)
Verkehrsunfälle	32	(33,3 %)
Gelegenheitsunfälle (im Haus und auf der Straße)	17	(17,7 %)
Schußverletzungen	6	(6,3 %)
Kriegsverletzungen	5	(5,2 %)
Sportunfälle	4	(4,2 %)
Summe	96	

Die 32 Verkehrsunfälle beinhalten auch die, die nach der RVO den Arbeitsunfällen zuzurechnen sind.
Verletzungen, die später zur Arthrodese führten, entstanden in überwiegender Zahl (66,6 %) bei Arbeits- und Verkehrsunfällen.

Tabelle 4 zeigt die Art der Verkehrsteilnahme der betroffenen Patienten.

Tab. 4: Art der Verkehrsteilnahme

Autofahrer	14	(48,8 %)
Mopedfahrer	10	(31,2 %)
Radfahrer	4	(12,5 %)
Fußgänger	4	(12,5 %)
Summe	32	

Die Verletzungen durch Autounfall (48,8 %) führten im besprochenen Krankengut am häufigsten zur Kniegelenksversteifung; es folgten die Verletzungen durch Mopedunfälle (31,2 %).

Radfahrer und Fußgänger waren mit je 12,5 % gleich häufig betroffen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Unfallmechanismen der 32 Arbeits- und 17 Gelegenheitsunfälle.

Tab. 5: Unfallmechanismen

Sturz aus der Höhe	17	(44,0 %)
Stolpern, Ausrutschen zu ebener Erde	5	(13,0 %)
Stichverletzung	1	(2,5 %)
Kreissägenverletzung	1	(2,5 %)
Hufschlag gegen das Knie	1	(2,5 %)
Quetschung durch einen schweren Gegenstand	1	(2,5 %)
ohne Angabe	13	(33,0 %)
Summe	39	(100 %)

In 26 (67 %) Fällen waren Angaben zum Unfallmechanismus aus der Krankengeschichte zu erhalten.
Es zeigte sich, daß Stürze von Gerüsten, Bäumen, Treppen und in Gruben sowohl am Arbeitsplatz als auch im häuslichen Bereich die wichtigsten Gründe für die Verletzungen waren (44 %), die später zur Kniegelenksversteifung führten. Es folgte mit 13 % das Stolpern und Ausrutschen zu ebener Erde.

Bei 96 (79,3 %) der insgesamt 121 Patienten hatte ein Trauma der betroffenen Extremität zur Kniegelenksversteifung geführt. (Tabelle 2)

Tabelle 6 zeigt die verschiedenen Verletzungsarten.

Tab. 6: Art der Verletzung

Art der Verletzung			Anzahl der Patienten	
Fraktur	offen	: 26		
	geschlossen:	9	69	(72 %)
	ohne Angabe:	34		
Bandlösion	Kreuzband	: 13		
	lateral	: 10		
	medial	: 9	31	(32 %)
	total	: 10		
Meniskusverletzung			9	(9 %)
Distorsion / Hämarthrose			5	(5 %)
ausgedehnter Weichteildefekt			8	(8 %)
Mehrfachangaben bezogen auf			96	(100%)

Die häufigsten Verletzungsarten waren Frakturen (72 %).

Die Lokalisation und der Frakturtyp sind Tabelle 7 zu entnehmen. Hier zeigt sich, daß die häufigsten Bruchformen Trümmerfrakturen waren. Insgesamt fanden sich 48 Trümmerfrakturen, wobei der Tibiakopf in 24 Fällen (50 %) betroffen war. In 4 Fällen hatte es sich um eine Impressionsfraktur und in 2 Fällen um einen Querbruch des Tibiakopfes gehandelt. Diese Bruchformen wurden unter 'sonstiges' in Tabelle 7 aufgeführt.

Die folgenden Tabellen 8 und 9 stellen die verschiedenen Kombinationen der Verletzungsarten mit und ohne Frakturbeteiligung, sowie den Anteil, der in der Folge zur Infektion geführt hatte, dar.
Es zeigt sich, daß die isolierten Einfach- und Mehrfachfrakturen, sowie die Frakturen mit Band- und Meniskusbeteiligung mit insgesamt 67 Fällen (70 %) die häufigsten Verletzungen darstellten.

Tab.7 : Lokalisation und Frakturtyp bei 69 Patienten

Frakturlokalisation		Frakturtyp			
		Trümmerfraktur	sonstiges/ohne Angabe	Total	%
Tibia-	kopf	24	15	39	42,4
	schaft	3	4	7	7,6
Fibula-	kopf	3	2	5	5,4
	schaft	-	1	1	1,1
Femur-	kondylär	5	6	11	12,o
	suprakondylär	8	7	15	16,3
	schaft	2	2	4	4,3
Patella		3	7	1o	1o,9
Summe		48	44	92	1oo%

Tab.8 : Verletzungen mit Frakturbeteiligung, Infektionsstatus zum Zeitpunkt der Arthrodese

Frakturart					Infektion bei Arthrodese		
	offen	geschlossen	o.A.	Total	akut	abgelaufen	Total
Einfachfraktur	9	4	15	28	9	8	17
Mehrfachfraktur	7	2	8	17	4	5	9
Frakturen mit Bandbeteiligung	6	2	8	16	3	3	6
Frakturen mit Band- und Meniskusbeteiligung	2	1	3	6	1	1	2
Frakturen mit Band- und Kapselbeteiligung	2	-	-	2	2	-	2
Summe	26	9	34	69	19	17	36

o.A.= ohne Angabe

Tab.9 : Verletzungen ohne Frakturbeteiligung, Infektionsstatus zum Zeitpunkt der Arthrodese

Verletzungsart					Infektion bei Arthrodese		
	offen	geschlossen	o.A.	Total	akut	abgelaufen	Total
Bandverletzung	2	2	4	8	2	2	4
Meniskus/ Bandverletzung	-	1	2	3	-	-	-
Bandverletzung mit Weichteil-defekt	1	-	-	1	1	-	1
Weichteildefekt	8	-	-	8	-	3	3
Distorsion mit Hämarthros	-	5	-	5	1	-	1
ohne Angabe			?	?			
Summe	11	8	8	27	4	5	9

3.2.1.2.1. Primärversorgung

Die primäre posttraumatische Behandlung der 96 Patienten fand in 24 Fällen (25 %) in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, in 72 Fällen (75 %) in einem auswärtigen Krankenhaus statt.
Die Primärversorgung war in 55 Fällen (57,3 %) operativ, in 31 Fällen (32,3 %) konservativ, in 10 Fällen (10,4 %) war die Art der Primärversorgung aus den Unterlagen nicht zu entnehmen.
Es kamen die folgenden operativen und konservativen Methoden zur Anwendung (Tabelle 10a und 10b).
Die Fälle mit primärer Drahtextension und Reposition wurden unter den konservativen Maßnahmen aufgeführt.

Tab. 10a: Methoden der konservativen Primärversorgung nach Trauma

Methode	Zahl der Fälle
Gips (-tutor)	4
Hochlagern auf Schaumstoffschiene/ Frankfurter Bewegungsschiene	2
Beckengips und Schiene oder Entlastungsapparat	2
Braun'sche Schiene und Reposition	2
Reposition und Lagerung auf EW-Schiene	1
Reposition und Extension	5
Extension	8
Kortison	1
ohne Angabe	6
Summe	31 (32,3 %)

Insgesamt wurde bei 13 Patienten primär eine Extension und bei 8 Patienten eine Reposition durchgeführt. Bei 14 Patienten waren nach den oben genannten Maßnahmen zusätzliche operative Eingriffe notwendig.

Tab. 10b: Methoden der operativen Primärversorgung nach Trauma

Methode	Zahl der Fälle
Osteosynthese	27
Osteosynthese und Spongiosa	3
Band- / Sehnenplastik	5
Meniskektomie	4
künstlicher Gelenkersatz	3
Arthrodese (auswärts)	1
Splitterentfernung	1
Weichteilversorgung	2
Exstirpation der präpatellaren Bursa	1
Patellektomie	1
suprakondyläre Streckosteotomie	1
ohne Angabe	6
Summe	55 (57,3 %)

Die wichtigste Methode zur operativen Primärversorgung der Kniegelenksverletzungen war die Osteosynthese (30 Fälle).
In diesen Fällen wurden mit abnehmender Häufigkeit AO-Platten, Schrauben und Kirschner-Draht benutzt.
Zum Zeitpunkt der Arthrodesenoperation waren bezogen auf das gesamte Krankengut von 121 Patienten bei 86 Patienten (71 %) insgesamt 105 operative Behandlungsversuche vorgenommen worden. Diese Zahl kann sich nur auf die in den Unterlagen der BGU vermerkten Operationen beziehen. Es ist anzunehmen, daß die Zahl der tatsächlich durchgeführten Eingriffe höher liegt.

Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Methoden der bis zur Kniegelenksversteifung erfolgten Operationen.

Tab. 13: Eingriffe vor der Kniegelenksversteifung bei 86 Patienten

Eingriff	Zahl der Fälle	
Osteosynthese mit / ohne Spongiosa	44	(42 %)
künstlicher Gelenkersatz	18	(17 %)
Band- / Sehnenplastik	14	(13 %)
Meniskektomie	6	(6 %)
Hautransplantation	5	(5 %)
Metallentfernung	5	(5 %)
Streckung / Stellungskorrektur	4	(4 %)
Arthodese (auswärts)	3	(3 %)
Patellektomie	2	(2 %)
sonstiges	4	(4 %)
Summe	105	

Den größten Anteil an den Behandlungsversuchen hatten die Osteosyntheseverfahren (42 %), der künstliche Gelenkersatz (17 %) und die Band- / Sehnenplastik (13 %).

3.2.1.2.2. Kniegelenksarthordesen bei Fehlergebnis nach Kniegelenksersatz

Zu den Fällen mit Fehlergebnis nach Kniegelenksersatz sollen einige Erläuterungen folgen, da diese in den letzten Jahren zunehmend Bedeutung als Indikation zur Arthrodese erlangten.
Während im Zeitraum zwischen 1970 und 1980 weniger als eine Arthrodese pro Jahr durch Mißerfolg nach Kniegelenksersatz notwendig wurde, war dies 1981 bei 4 und 1982 bei 6 Patienten der Fall.

Die folgende Tabelle zeigt die Indikationen, die zum künstlichen Gelenkersatz geführt hatten.

Tab. 14: Indikationen zum künstlichen Gelenkersatz

degenerative Gonarthrose	11
rheumatoide Arthritis	4
posttraumatische Gonarthrose	3
Summe	18

Die Zeit seit der Implantation des künstlichen Gelenkersatzes schwankte zwischen 2 Monaten und 8 Jahren und betrug durchschnittlich 2,1 Jahre.

Tab. 15: Liegedauer der Kniegelenksendoprothesen

Zeit	Anzahl der Patienten
- 1 Jahr	7
- 2 Jahre	5
- 3 Jahre	3
- 4 Jahre	1
- 5 Jahre	1
- 8 Jahre	1
$\bar{X}$ = 2,1 Jahre	18 Fälle

7 Kniegelenksprothesen (39 %) mußten bereits im Verlauf des ersten Jahres wieder entfernt werden.

Die Indikation zur Gelenkversteifung war in allen 18 Fällen eine Infektion.
Zum Zeitpunkt der Arthrodese lag in 11 Fällen ein akuter

Infekt, in 7 ein abgelaufener Infekt vor.
Zusätzliche Komplikationen waren in 2 Fällen Fehlstellung, sowie in je einem Fall Lockerung des Implantats und Bewegungseinschränkung.
In 3 Fällen war bereits in einem auswärtigen Krankenhaus ein Kniegelenksversteifungsversuch unternommen worden; die Rearthrodesen wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführt. Dabei handelte es sich um folgende Patienten:

- Einen 16-jährigen Mann, der eine Kniegelenkszerstörung durch eine Schrotschußverletzung erlitten hatte. Es erfolgte eine Sofortarthrodese mit Kirschnerdraht und Gips. Im Verlauf kam es zur Osteomyelitis und Fistelung, ein knöcherner Durchbau fand nicht statt. Die Rearthrodese wurde nach 6 Monaten durchgeführt.
- Einen 49 Jahre alten Mann, der 1944 eine Granatsplitterverletzung erlitten hatte, in deren Verlauf es zur Kniegelenksversteifung gekommen war. 1971 kam es zur Fraktur der Arthrodese, die in Beuge- und Varusfehlstellung verheilte.
  1974 wurde die Rearthrodese mit Korrekturosteotomie durchgeführt.
- Einen 66-jährigen Mann, der sich 1946 bei einem Autounfall eine Tibiakopftrümmerfraktur zugezogen hatte, die konservativ behandelt wurde. Seit 1953 traten Beschwerden im Kniegelenk auf; 1978 wurde die erste Operation zur Kniegelenksversteifung durchgeführt. Im Verlauf kam es zu Hautnekrosen und einer Infektpseudarthrose.
  1979 wurde die Rearthrodese mit Sequesterotomie durchgeführt.

3.2.1.3.2. Zeitraum zwischen Unfall und Arthrodesenoperation

Im besprochenen Krankengut schwankte die Zeit zwischen Unfalltag und Arthrodesenoperation zwischen 2 Wochen und

53 Jahren und betrug durchschnittlich 10 Jahre.

Tab. 11: Zeitraum zwischen Unfall und Arthrodesenoperation

Zeit Unfall-Operation in Jahren	Anzahl der Patienten
- 0,5	32
- 1	12
- 5	18
- 10	4
- 15	3
- 20	8
- 25	3
- 30	4
- 35	7
35	5
0,04 - 53 Jahre	96

Die Verteilung des Arthrodesenalters zeigt, daß die Versteifungsrate innerhalb von 0,5 Jahren nach dem Unfall am höchsten war (33 %) und daß die Kniegelenksversteifung 5 Jahre nach dem Unfallereignis bereits bei etwa 2/3 der Patienten (65 %) durchgeführt worden war.

3.2.1.2.4. Früharthrodesen

Unter Früharthrodesen versteht man Kniegelenksversteifungen, die innerhalb von 6 Wochen nach dem Unfall durchgeführt werden.
In unserem Krankengut wurden Früharthrodesen in 3 Fällen durchgeführt: in 2 Fällen 6 Wochen, in einem Fall 2 Wochen nach dem Unfall.

Tabelle 12 gibt einen Überblick über wichtige Daten zum Krankheitsverlauf bei diesen 3 Patienten.

Tab. 12 : Krankheitsverlauf bis Früharthrodese

	♂ ,17 Jahre	♂ ,47 Jahre	♀ ,54 Jahre
Unfallursache	Mofaunfall	Autounfall	Arbeitsunfall
Diagnose	offene Patellatrümmerfraktur	Tibiakopftrümmerfraktur Meniskusläsion	Distorsion des Kniegelenkes
Nebenverletzungen	Luxationsfraktur der homolateralen Hüfte	Contusio cerebri	-
Primärversorgung	Reposition, Extension, Patellektomie, Fixierung der Sehne mit Kirschnerdraht	-Stabilisierung mit Kirschnerdraht -laterale Meniskektomie -T-Platte, Spongiosa Schrauben	Gipstutor, Gelenkpunktion
Komplikationen	Kniegelenksempyem Weichteilnekrosen Peroneusparese	-Hämatom -Dislokalisation und Beugefehlstellung -Lungenembolie	-Empyem -Kniewackelsteif
Arthrodesenalter	2 Wochen	6 Wochen	6 Wochen

3.2.1.2.5. Präoperativer Status der Kniegelenke

Tabelle 16 zeigt den präoperativen Status bei 121 Kniegelenken (Mehrfachangaben).

Tab. 16: Status bei Arthrodese

Kniegelenkwackelsteif	76	(35 %)
Infektvorgeschichte	21	(31 %)
akuter Infekt	34	
Bandlockerung	40	(19 %)
Reizerguß	32	(15 %)
Summe	213	(100 %)

Bei 35 % der Patienten lag zum Zeitpunkt der Arthrodesenoperation ein wackelsteifes Kniegelenk vor. Insgesamt 31 % Kniegelenke wiesen einen akuten Infekt auf oder hatten eine Infektionsvorgeschichte. Eine Instabilität des Bandapparates lag bei 19 % der Patienten vor, von diesen hatten 78 % eine posttraumatische Anamnese (31 Fälle).

3.2.1.2.6. Achsenverhältnisse und Kniegelenksfunktion

Angaben zur Kniegelenksstellung- und funktion lagen von 101 Patienten vor.
Insgesamt lag bei 74 Patienten eine Abweichung in einer oder mehreren Richtungen von den korrekten Achsenverhältnissen vor.

Als häufigste Achsenabweichung wurde die Beugefehlstellung (52 %) gefunden.
Die Varusfehlstellung (18 %) war etwas häufiger als die Valgusfehlstellung (11 %).

Tab. 17: Art und Anzahl der Fehlstellungen
(Mehrfachangaben)

Beugung	69	(52 %)
Rekurvation	9	(7 %)
Varus	24	(18 %)
Valgus	15	(11 %)
Innenrotation	9	(7 %)
Außenrotation	6	(5 %)
Summe	132	(100 %)

Die Tabellen 18 und 19 geben eine Übersicht über das präoperativ gefundene Streck- und Beugedefizit bezogen auf die Neutral-0-Stellung.

Tab. 18: Streckdefizit zur Neutral-0-Stellung

	Zahl der Patienten
0 °	12
- 10 °	25
- 20 °	25
- 30 °	14
- 40 °	11
- 50 °	10
> 50 °	4
Summe	101

Das Ausmaß des Streckdefizits schwankte zwischen 0 ° und 105 ° und betrug durchschnittlich $\bar{X}$ = 21 °.
12 Patienten hatten eine normale Streckfähigkeit, bei 50 % der Patienten lag das Streckdefizit unter 20.

Tab. 19: Beugedefizit zur Neutral-O-Stellung

	Zahl der Patienten
0 °	16
- 20 °	7
- 40 °	15
- 60 °	13
- 80 °	20
-100 °	26
>100 °	4
Summe	101

Das Ausmaß des Beugedefizits schwankte zwischen 0 ° und 120 ° und betrug durchschnittlich $\bar{X}$ = 57 °.
Es zeigte sich, daß 50 % der Patienten ein Beugedefizit über 60 ° aufwiesen. 16 Patienten hatten keine Einschränkung der Beugefähigkeit.

3.2.1.3. Techniken und Behandlungsresultate

3.2.1.3.1. Technik der Resektionsarthrodese am Kniegelenk

Die Tabellen 20 und 21 geben eine Übersicht über die zwischen 1970 und 1982 angewandten technischen Verfahren in der Berufungsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen.

Tab. 20: Arthodesetechnik n = 121 (100 %)

Schnittführung	Textor	91	(75 %)
	Payr	18	(15 %)
	Narbenbedingter atypischer Schnitt	12	(10 %)
Fixation	Fixateur externe (Typ CHARNLEY)	1	(1 %)
	Fixateur externe (Typ CHARNLEY-MÜLLER)	87	(72 %)
	Fixateur externe (räumliche Montage)	32	(26 %)
	Doppelplattenosteosynthese und Juvaraplastik	1	(1 %)
Spongiosa	Verarbeitung der Patella	30	(25 %)
	andere Spongiosa	12	(10 %)
	keine Spongiosa	79	(65 %)
Patella	belassen	34	(28 %)
	eingebolzt	22	(18 %)
	als Spongiosa	30	(25 %)
	entfernt	33	(27 %)
	z. n. Patellektomie	2	(2 %)

Tabelle 21 berichtet über die zusätzlich zur Arthrodese durchgeführten Eingriffe.

Tab. 21: Zusatzeingriffe bei 121 Arthrodesen (100 %)

- Metallentfernung	24	(20 %)
- Korrekturosteotomie	3	(2 %)
- Sequesterotomie	3	(2 %)
- Synovektomie	2	(2 %)
- zusätzlich Kirschnerdraht	1	(1 %)
- Marknagel (Umnagelung)	1	(1 %)
Summe	34	(28 %)

Bei der Wahl des Zuganges zum Kniegelenk (Tab. 20) wurde vorwiegend der untere Bogenschnitt nach Textor bevorzugt (75 %). Der mediale Längsschnitt nach PAYR (15 %) wurde in der Regel bei schon vorbestehenden Narben benutzt.
Zur Fixation der resezierten Gelenkflächen wurde insgesamt gesehen in der überwiegenden Zahl der Fälle (72 %) der Fixateur externe in der Ausführung nach CHARNLEY-MÜLLER eingesetzt. Seit 1979 kam überwiegend die räumliche Montage des Fixateur externe in zeltdachförmiger Anordnung zur Anwendung (36 %). In einem Fall mit starker Dislokation der gelenkbildenden Anteile wurde die Montage mit der einfachen Rahmenkonstruktion nach CHARNLEY angewendet.
Bei einer Patientin mit juveniler Knochenzyste wurde nach Tibiakopfresektion und Juvaraplastik eine Doppelplattenosteosynthese mit zwei langen lateralen Platten durchgeführt.
In 28 % der Fälle (Tab. 21) waren bei der Versteifungsoperation Zusatzeingriffe notwendig.
Am häufigsten waren Metallentfernungen (20 %) von Osteosynthesematerial früherer Eingriffe.
In je 2 % der Fälle wurde zusätzlich eine Korrekturosteotomie, eine Synovektomie, sowie eine Sequesterotomie ausgeführt. In einem Fall wurde zusätzlich Kirschnerdraht zur Fixierung verwendet, bei einem Patienten mußte der einliegende gebrochene Marknagel erneuert werden.
In 35 % der Fälle (Tab. 20) wurde zusätzlich eine Spongiosaplastik durchgeführt. Das Material hierzu stammte in 30 Fällen von der Patella, in 5 vom Femur, in 2 von der Tibia; je einmal wurde ein Fibula- und Rippenspan und dreimal sonstiges Material benutzt.
Insgesamt wurde die Patella in 71 % der Fälle verwertet. In 28 % wurde sie teils entknorpelt, teils ohne Anfrischung in situ belassen. In 18 % der Fälle wurde sie zur besseren Fixierung eingebolzt, und in 25 % der Fälle lieferte sie das Material zur Defektausfüllung bei Spongiosaplastik.

3.2.1.3.2. Postoperative Komplikationen

Nach der Kniegelenksarthrodese kam es bei 65 (54 %) von 121 Patienten zu postoperativen Komplikationen im Operationsgebiet.
Von den Komplikationen schwererer Art waren insgesamt 35 (29 %) Patienten betroffen. Komplikationen ausschließlich leichter Art hatten 30 (25 %) Patienten erlitten.
Unterteilt man diese lokal aufgetretenen Komplikationen ihrer klinischen Bedeutung nach in leichtere und schwerere, so stellt man fest, daß es sich bei insgesamt 113 Komplikationen 69 mal um leichtere und 54 mal um schwerere handelte.
Tabelle 22 zeigt die Art und Anzahl der verschiedenen Komplikationen, sowie deren Abhängigkeit von einem akuten oder abgelaufenen Infekt bei der Durchführung der Arthrodese.

Infiltration und Sekretion am Steinmann-Nagel waren die häufigsten leichteren Komplikationen. Sie traten insgesamt in 35 Fällen auf. Dabei handelte es sich 17 mal um eine Arthrodese ohne und 18 mal um eine Arthrodese mit Infektionsvorgeschichte.
Sehr deutlich war die Abhängigkeit der schweren Komplikationen von einer Infektvorgeschichte. Von den insgesamt 38 Fällen mit Osteitis und Weichteilfistelung traten nur 8 Fälle mit Fistelbildung nach der Operation neu auf. Hierzu zählten auch die Fälle, in denen der knöcherne Durchbau ausblieb. Von den 3 Fällen einer neu auftretenen Peroneusparese wies nur einer anamnestisch einen abgelaufenen Infekt auf.
Allgemeine Komplikationen traten bei 10 (8 %) Patienten auf.
Bei 3 (2 %) Patienten kam es noch während der stationären Behandlung zum Exitus Letalis. Bei 2 Patienten lag ursächlich eine gastrointestinale Blutung aus Streßulcera 4 und 30 Tage post operationem zu Grunde; ein Patient erlag 4 Wochen post operationem einem Herzinfarkt.

Tab. 22 : lokale Komplikationen nach 121 Kniegelenksarthrodesen
(Mehrfachangaben)

Komplikationen	ohne	mit Infektvorgeschichte	Total
leichter Art			
Hämatom	5	8	13
Wunddehiszenz	2	7	9
Wundrandnekrose	4	8	12
Infiltration/Sekretion am Steinmannagel	17	18	35
Summe	28	41	69
schwerer Art			
Osteitis und Weichteilfistelung	8	3o	38
gelenknahe Pseudarthrose	-	3	3
Arthrodese nicht fest	2	8	1o
Peroneusparese	2	1	3
Summe	12	42	54

Die weiteren Allgemeinkomplikationen bei 7 Patienten konnten mit konservativen Mitteln beherrscht werden.
Dabei handelte es sich in 4 Fällen (3 %) um eine Thrombophlebitis am betroffenen Bein; in einem weiteren Fall entwickelte sich ein Ulcus cruris.
Je einmal kam es zu einem Harnwegsinfekt und zu einer Infektanämie bei Osteomyelitis.

3.2.1.3.3. Zweiteingriffe

Insgesamt 34 Zweiteingriffe waren notwendig, um die Komplikationen nach Arthrodeseoperation zu beherrschen (Tabelle 23).
Eine traumatische Refraktur der Arthrodese sowie eine Spontanfraktur des Femurschaftes wurden konservativ behandelt und verheilten ohne Folgen.
Wie Tabelle 23 zeigt, war die Infektsanierung ein wichtiger Grund zu einem Zweiteingriff. Insgesamt waren 10 Weichteilrevisionen und 8 Sequesterotomien notwendig. In einem Fall mußte eine als Spongiosa verwendete Patella entfernt werden. In einem weiteren Fall kam es nach zweimaliger Sequesterotomie zur Refraktur des Femurs, die mit einer Plattenosteosynthese versorgt werden mußte.
Die beiden Stellungskorrekturen waren wegen einer Rekurvationsfehlstellung indiziert. Bei einer Patientin, bei der es statt des knöchernen Durchbaus zu einer straffen Pseudarthrose gekommen war, wurde eine Umsetzung der Schnanz'schen Schrauben vorgenommen, da eine Rearthrodese abgelehnt wurde. In zwei Fällen mußten die Nägel wegen Lockerung umgesetzt werden.
Bei einem Patienten mit schlaffer Parese bei Zustand nach Poliomyelitis und starker Verkürzung infolge einer mehrfachen Kniegelenkstrümmerfraktur konnte durch eine Verlängerungsosteotomie mit autologer Rippe und Einsetzen eines Wagnergerätes die Beinlängendifferenz von 8,5 cm auf 1 cm reduziert werden.

Tab. 23 : Zweiteingriffe nach Arthrodese

	Anzahl
Fistelrevision	5
Revision wegen Hämatom, Abszeß	3
Sequesterotomie	6
Sequesterotomie + Spongiosa	1
Sequesterotomie 2x + Plattenosteosynthese am Oberschenkel	1
Abtragen von Nekrosen	2
Stellungskorrektur durch Umgipsen	2
Umsetzen der Nägel wegen Lockerung	2
Umsetzen der Schanz'schen Schrauben wegen Pseudarthrose	1
Verlängerungsosteotomie mit autologer Rippe und Wagnergerät	1
Rearthrodesen	1o
Summe	34

3.2.1.3.4. Behandlungsresultate

Von den 121 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen versteiften Kniegelenken trat bei 111 (92 %) nach einer einmaligen Arthrodesenoperation der gewünschte knöcherne Durchbau ein.
In 10 Fällen blieb der knöcherne Durchbau des Arthrodesenspaltes primär aus. Zusätzlich bildete sich in zwei Fällen eine Femurschaftpseudarthrose und in einem Fall eine Pseudarthrose der Tibia bei knöchernem Durchbau des Arthrodesenspaltes aus.
Bei zwei Patienten mit ausgebliebener Versteifung sollte die Rearthrodese in einer auswärtigen Klinik durchgeführt werden.
Eine Patientin mit einer straffen Kniegelenkspseudarthrose lehnte die Rearthrodesenoperation ab; in diesem Fall wurden nur die Schanz'schen Schrauben umgesetzt und die Patientin mit einem Schienenhülseapparat entlassen. Über ihr weiteres Schicksal ist nichts bekannt.
In der BGU Tübingen wurde insgesamt in 9 Fällen eine Rearthrodese und in einem Fall eine zweimalige Rearthrodese durchgeführt, wodurch in allen Fällen die vollständige knöcherne Ausheilung herbeigeführt werden konnte.
Die Tabellen 24, 1/2 und 25 schildern den Behandlungsverlauf bei den Patienten mit Rearthrodesenoperation.

Bei den 9 Patienten, bei denen eine Rearthrodese durchgeführt wurde, hatten in 7 Fällen schwere Trümmerfrakturen und in 2 Fällen eine infizierte Endoprothese zum Ersteingriff geführt. Bei allen 9 Patienten (darunter 2 ohne Infektvorgeschichte) kam es im Anschluß zur Fistelbildung; in 2 Fällen zusätzlich zur Fehlstellung. Die eingesetzten technischen Verfahren sind den Tabellen 24, 1/2 und 25 zu entnehmen. Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen der ersten und zweiten Operation betrug 4 Monate, die durchschnittliche Zeit bis zur knöchernen Ausheilung 10 Monate.

Tab.24.1 : Rearthrodesen wegen fehlendem knöchernen Durchbau

	66 Jahre, ♂	66 Jahre, ♂	68 Jahre, ♀
Indikation	Teilversteifung nach Tibiakopftrümmerfraktur	Rekurvation nach Femurtrümmerfraktur	Infizierte TP bei rh.A.
1.OP	FE Typ II + Corticalisschraube	FE Typ II	FE Typ II
Komplikationen	Fadenfistel nicht fest	Fistel nicht fest	Fistel Fehlstellung nicht fest
Zeitintervall 1.-2.OP	9 Monate	4 Monate	1 Monat
Rearthrodese	Metallentfernung und Rearthrodese	Condylenplatte Standardplatte Schrauben,Spongiosa	FE Typ II
Zeitintervall 1.OP-fest	11 Monate	7 Monate	6 Monate

TP = Totalprothese rh.A. = rheumatoide Arthritis

Tab.24,2 : Rearthrodesen wegen fehlendem knöchernen Durchbau

	58 Jahre, ♂	48 Jahre, ♂	69 Jahre, ♀
Indikation	Kniegelenksempyem nach Patellatrümmerfraktur	Beugekontraktur nach Tibiakopftrümmerfraktur	Infizierte TP
1.OP	FE Typ II und Verschiebeosteotomie	FE Typ II	FE Typ III
Komplikationen	Fistel Osteomyelitis nicht fest	Fistel Fehlstellung nicht fest	Fistel nicht fest
Zeitintervall 1.-2.OP	1,5 Monate	1 Monat	12 Monate
Rearthrodese	1. FE und Nachresektion 2. FE und Wagnergerät	FE Typ III und Nachresektion	FE Typ III
Zeitintervall 1.OP-fest	14 Monate	3 Monate	18 Monate

Tab.25 : Rearthrodesen wegen gelenknaher Pseudarthrosen (PA)

	52 Jahre, ♂	41 Jahre, ♂	6o Jahre, ♀
Indikation	infiz.PA nach Femur-trümmerfraktur	infiz.PA nach Tibia-kopf-und -schafttrüm-merfraktur	infiz.PA nach Femur-und Tibiakopffraktur,Osteo-myelitis
1.OP	FE Typ III	FE Typ III	FE Typ III
Komplikationen	Fistel PA, Femur	Fistel PA, Tibia	Nägel locker, Fistel PA, Femur
Zeitintervall 1.-2.OP	3 Monate	5 Monate	1 Monat
Rearthrodese	FE Typ III	FE Typ III + Spongiosa	Refixierung des FE Typ III
Zeitintervall 1.OP-fest	7 Monate	12 Monate	12 Monate

3.2.1.3.5. Postoperative Ruhigstellung

Bei den meisten Patienten (111,92 %) wurde primär postoperativ zusätzlich ein Gipstutor angelegt.
Nur in 8 Ausnahmefällen kam ein Oberschenkelliegegips und einmal ein Beckengips zur Anwendung. In einem weiteren Fall wurde auf Gipsbehandlung verzichtet.
Bei 58 (48 %) Patienten wurde das operierte Bein zusätzlich auf einer Everwahnschiene gelagert.

Die Tabelle 26 zeigt die durchschnittliche Ruhigstellungsdauer in (x) Tagen bei (n) Patienten bis zum sicheren knöchernen Durchbau. Da in vielen Fällen keine entsprechenden Angaben vorlagen, bzw. die Patienten auswärts weiterbehandelt wurden, wurden zu allen Durchschnittswerten ($\bar{x}$) die ausgewertete Patientenzahl (n) angegeben.
Tabelle 26 gibt ferner die Vergleichswerte für die Fälle mit und ohne Infektvorgeschichte, sowie für die Fixation mit 2- und 3-dimensionaler Montage.
In der Regel wurde bei Abschluß der Wundheilung Teilbelastung und beiweitgehendem bis sicherem knöchernen Durchbau volle Belastung gestattet. Es muß aber berücksichtigt werden, daß der Zeitpunkt der röntgenologischen Kontrolle willkürlich ist, und der Zeitpunkt des Belastungsbeginns auch von arthrodesenfremden Faktoren bestimmt werden kann. Unter diesem Vorbehalt läßt sich anhand von Tabelle 26 zeigen, daß die durchschnittliche Ruhigstellungsdauer, sowie die Zeit bis zur vollen Belastung bei einer Infektvorgeschichte deutlich länger ausfiel als bei infektfreier Anamnese. Betrachtet man die in der Tabelle 26 aufgeführten Durchschnittszeiten im Vergleich der 2- und 3-dimensionalen Montage, fällt auf, daß bei einer Infektionsanamnese die Werte für die Ruhigstellungsdauer deutlich höher liegen, der Zeitpunkt des knöchernen Durchbaus hingegen geringfügig früher eintrat.
Führt man diesen Vergleich in gleicher Weise bei den Durchschnittszeiten ohne Infekt durch, so läßt sich feststellen, daß mit beiden Methoden etwa gleiche Zeiten benötigt wurden.

Tab.26 : Durchschnittliche Ruhigstellungsdauer in (x) Tagen bei n Patienten

	Mit Infekt				Ohne Infekt				Total	
	FE Typ II		FE Typ III		FE Typ II		FE Typ III			
	n	x	n	x	n	x	n	x	n	$\bar{x}$
FE Liegezeit	(35)	88	(24)	1o5	(47)	58	(5)	64	(111)	78
FE + Gips-Liegezeit	(26)	12o	(22)	144	(39)	89	(4)	86	(91)	11o
beginnender knöcherner Durchbau	(2o)	69	(23)	74	(24)	41	(5)	36	(72)	59
volle Belastung	(21)	1o9	(21)	124	(24)	7o	(2)	83	(68)	99
sicherer knöcherner Durchbau	(18)	118	(23)	114	(25)	69	(5)	67	(71)	96

3.2.1.3.6. Behandlungsdauer und Zeit bis zur Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit

Die Dauer der stationären Behandlung bei 119 Patienten betrug im Mittel 3,4 Monate (Tabelle 27). Bei den meisten Patienten wurde ein Heilverfahren (HV) mit Gehschule im Rahmen dieses stationären Aufenthaltes durchgeführt.
Bei 16 Patienten fand noch ein zusätzliches stationäres HV in der BGU von durchschnittlich 3 Wochen statt. Bei 4 Patienten wurde ein HV ambulant in der BGU durchgeführt.
Bei 12 Patienten wurde ein stationäres HV in einer auswärtigen Klinik durchgeführt.
Die Arbeitsfähigkeit wurde von 50 Patienten im Mittel nach 7 Monaten wiedererlangt. Die ambulante Behandlung bzw. die letzte Nachuntersuchung in der BGU fand bei 50 Patienten durchschnittlich 20 Monate nach der Durchführung der Arthrodese statt.
Bei 2 Patienten (Arthrodese 1978 und 1979) war die ambulante Behandlung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch nicht abgeschlossen.

Tab. 27 : Stationäre und ambulante Behandlungsdauer, Zeit bis zur Arbeitsfähigkeit

	Anzahl Patienten*	Monate x	Monate minimal	Monate maximal
-Dauer der stationären Behandlung	119	3,4	o,3	7,6
- Zeit OP bis Arbeitsfähigkeit	5o	7	2,4	23
- Zeit OP bis Abschluß der ambulanten Behandlung oder letzte Nachuntersuchung	54	2o	3	62

* Patienten, soweit Daten vorhanden

3.2.2. Spätergebnisse

3.2.2.1. Patientengut

Zur Überprüfung der Spätergebnisse nach Kniegelenksarthrodesen wurde eine Nachuntersuchung der Patienten durchgeführt, die zwischen 1970 und 1976 operiert wurden.
Die Operationen bei insgesamt 70 Patienten lagen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (NU) zwischen 6 und 12 Jahre zurück. Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit betrug $\bar{x}$ = 8 Jahre.
Die berufliche Wiedereingliederung der 70 Patienten nach der Arthrodesenoperation gibt die folgende Tabelle wieder.

Tab. 28: Berufliche Wiedereingliederung

	Anzahl (n Patienten)	
Beruf gleich geblieben	17	(24 %)
neue Tätigkeit	15	(21 %)
Umschulung	4	(6 %)
Rentner präoperativ	14	(20 %)
Rentner seit der OP	12	(17 %)
BU/AU* seit der OP	2	(3 %)
Hausfrauen	3	(3 %)
arbeitslos	1	(1 %)
ohne Angaben	2	(3 %)
Summe	70	

* Berufs-/Arbeitsunfähigkeit

Insgesamt waren zum Zeitpunkt der NU 21 Patienten *nach* der Kniegelenksversteifung berentet worden. 12 Patienten wurden direkt im Anschluß an die Operation, 9 Patienten nach Wiederaufnahme einer beruflichen Tätigkeit berentet.

Von insgesamt 70 Patienten konnten 33 (47 %) nachkontrolliert werden. Die Gründe für die Nichtteilnahme an der klinischen und röntgenologischen NU zeigt die folgende Tabelle.

Tab. 29: Gründe für Nichtteilnahme

	Anzahl
verstorben	10
transportunfähig	8
private Gründe	9
nicht erreichbar	10
Summe	37 (53 %)

Etwa die Hälfte (18) der nicht Nachkontrollierten war zum Zeitpunkt der NU bereits verstorben oder in einem transportunfähigen Zustand.

Die Altersversorgung der 33 nachuntersuchten Patienten gibt die folgende Tabelle wieder.

Tab. 30: Alter der nachuntersuchten Patienten

Jahre	zum Zeitpunkt der Arthrodese	zum Zeitpunkt der NU
10 - 19	4	-
20 - 29	4	3
30 - 39	4	6
40 - 49	6	5
50 - 59	8	6
60 - 69	7	5
70 - 79	-	8
Summe	33	33

Das Durchschnittsalter bei der Arthrodesenoperation betrug $\bar{x}$ = 44,5 Jahre und lag zwischen 17 und 68 Jahren.
Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der NU betrug $\bar{x}$ = 52,9 Jahre.
Der jüngste Patient war 23, der älteste 77 Jahre alt.
Zu den Nachuntersuchten zählten 21 Männer und 12 Frauen.
Die 12 Frauen waren durchschnittlich 15 Jahre älter als die Männer.

3.2.2.2. Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

3.2.2.2.1. Allgemeine Ergebnisse

Von 33 erschienen 5 Patienten ohne Hilfsmittel zur NU.
18 Patienten trugen Konfektionsschuhe, die in 8 Fällen mit einer Abrollsohle versehen waren. 15 Patienten trugen orthopädisches Schuhwerk. Insgesamt 25 Patienten hatten einen Verkürzungsausgleich durch Absatzerhöhung. 12 Patienten benutzten einen Stock, 3 Unterarmstützen; je einer einen Oberschenkelstützapparat und eine Peroneusschiene.
Bei der Überprüfung des Behandlungsergebnisses wurde die Arthrodese in allen 33 Fällen klinisch fest und belastungsfähig gefunden.
20 Patienten gaben an, keinerlei Beschwerden im versteiften Knie zu haben; 13 Patienten klagten über Beschwerden durch die Arthrodese. In den meisten Fällen (12) wurden wetterabhängige Beschwerden beklagt; 7 Patienten gaben Belastungsschmerzen, 2 Patienten Dauerschmerzen an.
Über schmerzhaftes abendliches Anschwellen des betroffenen Unterschenkels am betroffenen Bein klagten 8, über ein unangenehmes Kältegefühl 6 und über Wadenkrämpfe im betroffenen Bein 5 Patienten.
Dabei wurde das Anschwellen des Unterschenkels von allen Patienten als unangenehmste Begleiterscheinung empfunden.

Die allgemeine Zufriedenheit der 33 Patienten mit dem

Behandlungsergebnis zeigt die folgende Tabelle.

Tab. 31: Zufriedenheit der Patienten mit dem Behandlungsergebnis

	Anzahl
sehr zufrieden	8
zufrieden	22
nicht zufrieden	3
Summe	33

Die Gründe für die Unzufriedenheit mit dem Behandlungsresultat wurden im folgenden angegeben:

- Zunehmender Dauerschmerz in der Arthrodese, starke Behinderung in Beruf- und Privatleben.
- Dauerschmerzen in der Arthrodese, Kreuzschmerzen im Liegen, sezernierende Fistel.
- Sezernierende Fistel mit schmerzhaften Wundrändern, häufiges Stürzen.

3.2.2.2.2. Weichteilverhältnisse

In 29 Fällen lagen völlig reizlose Narbenverhältnisse vor. In 4 Fällen lag bei der Untersuchung eine offene, eitrig sezernierende Fistel vor.
In allen 4 Fällen handelte es sich um eine Fistel, die bereits präoperativ bestanden hatte.

Bei 3 Patienten lag am betroffenen Bein eine einseitige, bei einem Patienten eine beidseitige Peroneusparese vor. In allen 4 Fällen hatten die Paresen bereits präoperativ bestanden.

11 Patienten gaben eine Hyposensensibilität des betroffenen

Unterschenkels an. Eine Hypersensibilität wurde nicht gefunden.

10 Patienten wiesen trophische Veränderungen im Sinne von Hyperpigmentation und Hyperkeratosen auf.
Ein Patient zeigte einen Zustand nach mehreren ausgedehnten Hauttransplantationen am Unterschenkel. Bei 2 Patienten war das betroffene Bein deutlich unterkühlt, was als sehr unangenehm empfunden wurde. Eine Überwärmung oder ein Erguß wurden nicht gefunden.

Bei 14 Patienten konnten diskrete Malleolarödeme nachgewiesen werden. Die Ödeme waren in allen Fällen beidseits vorhanden.

Bei 15 Patienten wurde ein Status varicosus festgestellt. Die Varizen lagen in allen Fällen beidseits vor; eine eindeutige Aggravierung des Status varicosus am betroffenen Bein konnte nicht festgestellt werden. 12 dieser Patienten wiesen zusätzlich Ödeme auf.

Die Umfangsdifferenzen des arthrodesierten gegenüber dem nicht-arthrodesierten Bein

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Umfangsdifferenzen am Oberschenkel, Kniegelenk und Unterschenkel gegenüber der gesunden Seite.

Tab. 32: Umfangsdifferenzen bei 33 Patienten

Umfangsdifferenz in cm	Oberschenkel 10 cm oberhalb Kniemitte	Arthrodesenbereich	Unterschenkel 15 cm unterhalb Kniemitte
+ (1 - 4)	3	12	9
± 0,5	5	8	12
- (1 - 2)	5	7	4
- (2,5 - 4)	14	5	3
- 4	6	1	5

Die Umfangsmessung der unteren Extremitäten ergab eine besonders ausgeprägte Minderung der Muskulatur im Bereich des Oberschenkels. Die mittlere negative Umfangsdifferenz betrug (- 3,75) cm.
Das Umfangsmaß in Höhe des (ehemaligen) Kniegelenkspaltes wird nicht nur vom Weichteilmantel, sondern auch von den knöchernen Konturen bestimmt. Hier ergaben sich bei einer etwa gleich großen Anzahl entweder kleinere (13) oder größere (12) Umfänge. Bei 5 Patienten war keine Umfangsdifferenz festzustellen.
Die durchschnittliche positive Umfangsdifferenz betrug 1,7 cm, die durchschnittliche negative (- 2,4) cm.

Die Unterschenkelumfänge, die 15 cm unterhalb des inneren Gelenkspaltes gemessen wurden, ergaben bei je etwa 1/3 der Patienten positive, keine und negative Umfangsdifferenzen (Tabelle 32). Die durchschnittliche positive Differenz betrug 1,6 cm, die negative (- 2,4) cm.

3.2.2.2.3. Untersuchungsbefund der Füße

In Bezug auf die Beschweißung wurden keine Seitenunterschiede festgestellt.
13 von 33 Patienten hatten physiologische Fußform. 20 Patienten wiesen zum Teil erhebliche und mehrfache Deformitäten im Bereich der Füße auf.
Insgesamt wurde in 13 Fällen Senk-/Spreizfüße, 8 mal Hohlfüße und je 6 mal Hallux valgus- und Hallux malleolusdeformitäten gefunden.
5 Patienten beklagten eine Schmerzhaftigkeit der Zehenballen.
Anhand einer seitendefferenten Ausprägung der Fußsohlenbeschwielung läßt sich Aufschluß über einen vermehrten oder verminderten Gebrauch eines Beines gewinnen.
19 Patienten zeigten keine oder nur eine geringfügige seitengleiche Beschwielung.

14 Patienten wiesen eine seitenbetonte, teils sehr schmerzhafte Beschwielung auf. In 10 dieser Fälle wurde die stärkere Beschwielung auf der betroffenen Seite, in 4 Fällen auf der Vergleichsseite angetroffen.

3.2.2.2.4. Untersuchungsbefund des Rückens

27 von 33 Patienten hatten eine unauffällige Rückenmuskulatur. 6 Patienten zeigten einen deutlichen Muskelhartspann im LWS-Bereich.

12 Patienten wiesen einen physiologischen Verlauf der Lenden-Wirbelsäule auf. Bei 19 Patienten ließ sich eine Seitabweichung, bei 2 Patienten eine Verstärkung der Lordose im Lendenwirbelsäulenbereich feststellen.

3.2.2.2.5. Gangbild

Das Gangbild wurde zu ebener Erde und barfuß geprüft.

Tab. 33: Gangbild

Gangbild	Fälle
Flott	23
Verkürzungshinken	7
Zirkumduktion	3
Unsicherheit	4
Schonhinken	3

(Mehrfachangaben)

In 70 % (23) lag ein sicheres, gleichmäßiges Gangbild vor.

7 Patienten zeigten ein Verkürzungshinken, d. h. hier war ein deutliches Absenken des Körperschwerpunktes in der Standphase des kürzeren Beines festzustellen.

3 Patienten zirkumduzierten, indem das betroffene Bein seitlich im Bogen nach Anheben des Hüftgelenkes vorgeschwungen wurde.
Insgesamt 6 Patienten zeigten ein Schonhinken oder waren ohne Stock völlig unsicher.
Beim Schonhinken wird die Belastungszeit des betroffenen Beines verkürzt, so daß es nur zu einer Teilbelastung und einem asymetischen Gangbild kommt.
Bei 3 von den 6 Patienten waren arthrodesenfremde Ursachen verantwortlich für das unbefriedigende Gangbild (Zustand nach Schädelhirntrauma mit Schwindel, Adipositas permagna, Zustand nach mehreren cerebralen Insulten). Eine Patientin hatte am kontralateralen Kniegelenk eine Schlittenprothese mit Streckdefizit.
2 Patienten hatten Belastungsschmerzen in der Arthrodese.

3.2.2.2.6. Beinverkürzung und Absatzausgleich

Die Beinverkürzung wurde durch das Unterlegen von Brettchen bis zum Beckengeradstand und mit einer Beckenwaage ermittelt.

Tab. 34: Beinverkürzung

Verkürzungen in cm	n
0 - 1,5	4
2 - 2,5	13
3 - 3,5	8
4 - 4,5	5
7 - 11	3
$\bar{x}$ = 3,2 cm	n = 33

- 21 Patienten (63 %) hatten eine Verkürzung zwischen 2 und 3,5 cm. Die durchschnittliche Verkürzung betrug

$\bar{x}$ = 3,2 cm.
Der kleinste Wert der Verkürzung betrug 1 cm, der größte 11 cm.

- 14 Patienten (42 %) hatten eine Verkürzung von 3 cm (3 - 11 cm, x = 4,8 cm). Davon hatten 8 (57 %) präoperativ eine Infektion am Kniegelenk (darunter 1 Z. n. TEP, 1 Rearthrodese).

25 Patienten trugen bei der Untersuchung Konfektionsschuhwerk mit Absatzausgleich. 8 Patienten hatten keinen Ausgleich.

Tab. 35: Absatzausgleich

Absatzausgleich in cm	n
0,5 - 2	15
2,5 - 4	7
7 - 10,5	3
$\bar{x}$ = 2,8 cm	n = 25

Der kleinste Ausgleich betrug 1 cm, der größte 10,5 cm. Die durchschnittliche Absatzerhöhung betrug bei den 25 Patienten $\bar{x}$ = 2,8 cm.

8 Patienten hatten einen vollen Ausgleich der Beinverkürzung.
25 Patienten hatten eine Differenz zum gesunden Bein mit Ausgleich.

Tab. 36: Differenz Beinverkürzung / Absatzausgleich

Differenz Verkürzung - Ausgleich in cm	n
0,5 - 1	12
1,5 - 2	9
2,5 - 3	3
4	1
$\bar{x}$ = 1,5 cm	n = 25

3.2.2.2.7. Funktionsprüfung der benachbarten Gelenke

Die Messungen der Bewegungsumfänge wurden nach der Neutral-O-Methode ermittelt.
Die Tabellen 37 - 44 zeigen Art und Ausmaß der Bewegungsdefizite in Winkelgraden im Bereich der benachbarten Gelenke und der Lendenwirbelsäule bei n Patienten.
$\bar{x}$ bezeichnet jeweils die durchschnittliche Bewegungseinschränkung.

Die Beweglichkeit der Hüftgelenke

Die Bewegungseinschränkungen im Bereich des homolateralen Hüftgelenkes und der Vergleichsseite.

Tab. 37: Homolaterales Hüftgelenk n = 32

Defizit	0°	-10°	-20°	-30°	>30°	$\bar{x}$
Streckung	18	13	1	-	-	5
Beugung	3	6	9	9	5	21
Abduktion	26	5	-	-	1	3
Adduktion	30	2	-	-	-	1

Die Werte eines Patienten mit homolateraler HTP wurden nicht berücksichtigt.

Tab. 38: Vergleichsseite n = 30

Defizit	0°	-10°	-20°	-30°	>30°	$\bar{x}$
Streckung	17	12	1	-	-	5
Beugung	7	7	11	2	3	15
Abduktion	27	2	1	-	-	1
Adduktion	27	3	-	-	-	1
Innenrotation	17	10	1	1	1	6
Außenrotation	14	6	9	1	-	9

3 Patienten hatten auf der Vergleichsseite eine HTP und wurden nicht berücksichtigt.

Tab. 39: Die Beweglichkeit des kontrolateralen Kniegelenkes n = 32

Defizit	0^{o}	-10^{o}	-20^{o}	-30^{o}	$>30^{o}$	$\bar{x}$
Streckung	11	18	3	-	-	4
Beugung	24	5	2	1	-	3

Eine Patientin mit Schlittenprothese wurde nicht berücksichtigt.

Die Beweglichkeit der oberen Sprunggelenke

Bei der homolateralen Seite wurden die Werte von 3 Patienten mit einer Arthrodese des OSG sowie von 2 Patienten mit einer Peroneusparese nicht berücksichtigt.

Bei der Vergleichsseite wurde ein Patient mit einer Peroneusparese nicht berücksichtigt.

Beim Senken des Fußes konnte nicht nur ein Bewegungsdefizit, sondern auch ein Bewegungsplus zwischen + 5^{o} und + 10^{o} festgestellt werden.

Tab. 40: Homolaterales oberes Sprunggelenk n = 28

Defizit	0^{o}	-10^{o}	-20^{o}	-30^{o}	$\bar{x}$ (durchschnittliches Defizit)
Heben	3	10	14	1	12
Senken	14	1	4	-	

Zusätzlich 9 Patienten hatten eine erweiterte Dorsalflexion von + 10^{o}.

Tab. 41: Vergleichsseite n = 32

Defizit	0^{o}	-10^{o}	-20^{o}	-30^{o}	$\bar{x}$ (durchschnittliches Defizit)
Heben	6	15	10	1	11
Senken	19	4	-	1	

Zusätzlich 8 Patienten hatten eine erweiterte Dorsalflexion von $+10^{\circ}$.

Tab. 42: Die Beweglichkeit der unteren Sprunggelenke

n = 33

Bewegungseinschränkung	Homolaterales unteres Sprunggelenk	Vergleichsseite
frei	24	25
eingeschränkt	9	8
-1/3	6	5
-2/3	1	1
>2/3	2	2

Tab. 43: Die Beweglichkeit der Zehengelenke

Bewegungseinschränkung	Homolaterale Seite	Vergleichsseite
frei	28	33
eingeschränkt	5	0

Die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule

Mit Rücksicht auf den erheblich reduzierten Allgemeinzustand einer Reihe von Patienten, bedingt teils durch cardiopulmonale Insuffizienz, teils durch Adipositas permagna, wurde auf die geplante ausführliche Untersuchung der LWS verzichtet.

Die Untersuchung der Beweglichkeit der LWS beschränkte sich deshalb auf die Messung des Finger-Boden-Abstandes bei vorgebeugtem Oberkörper und gestrecktem Kniegelenk.

Beweglichkeit der LWS

frei : Finger-Boden-Abstand 0 - 10 cm

eingeschränkt: Finger-Boden-Abstand > 10 cm.

Tab. 44: Beweglichkeit der LWS n = 33

frei	22
eingeschränkt	11

Wie die Tabellen 37 und 38 zeigen, war die Beugefunktion der Hüftgelenke am stärksten eingeschränkt (21, 15). Auf der Vergleichsseite wurde ein durchschnittliches Defizit von 6 für Innenrotation und von 9 für Außenrotation gefunden. Die Streckfähigkeit war mit durchschnittlich 5 Defizit nur geringgradig eingeschränkt.
Im Bereich des kontralateralen Kniegelenkes waren die Streckfähigkeit mit durchschnittlich 4 und die Beugefähigkeit mit durchschnittlich 3 nur endgradig eingeschränkt. (Tabelle 39)
Die Beweglichkeitsmessung der OSG ergab für beide Seiten ein etwa gleich großes Defizit von 12 und 11 für die Hebefunktion. Die Senkfähigkeit war kaum betroffen; in 9 bzw. 8 Fällen war sie sogar verstärkt (Tabelle 40/41).

Die Beweglichkeit der unteren Sprunggelenke war nur in 9 Fällen auf der betroffenen und in 8 Fällen auf der Vergleichsseite eingeschränkt (Tabelle 42).
Die Beweglichkeit der Zehengelenke war nur in 5 Fällen auf der betroffenen Seite vermindert.
Die Beweglichkeit der LWS war bei 2/3 der Patienten frei (Tabelle 44).

3.2.2.3. Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung

Alle 33 nachuntersuchten versteiften Kniegelenke zeigten einen knöchernen Durchbau.
In 2 Fällen war ein Defekt von ca. 1/2 cm Breite im dorsalen Anteil des ehemaligen Gelenkspaltes sichtbar.
In 3 Fällen wurde auf dem Röntgenbild ein Sequester gefunden. In allen 3 Fällen lag gleichzeitig eine offene

eitrig-blutige sezernierende Fistel vor.
Im 4. Fall mit sezernierender Fistel ließ sich röntgenologisch kein Sequester nachweisen.

Die folgende Tabelle zeigt die Stellung der Beinachse in der Frontalebene bei 33 Patienten.

Tab. 45: Stellung in Frontalebene

	Varus			Valgus	
	-10^{o}	-5^{o}	0^{o}	-5^{o}	-10^{o}
Anzahl	1	6	11	8	7

19 (55 %) Kniegelenke waren in der gewünschten Stellung zwischen 0^{o} und 5^{o} Valgus versteift. Eine Varusfehlstellung wiesen 7 (21 %) Patienten auf.

Tabelle 46 zeigt die Stellung der Beinachse in der Sagittalebene bei 33 Patienten.

Tab. 46: Stellung in der Sagittalebene

	Hyperextension		Flexion				
	-10^{o}	-5^{o}	0^{o}	-5^{o}	-10^{o}	-15^{o}	-20^{o}
Anzahl	1	1	5	5	10	9	2

24 (73 %) Kniegelenke waren in der angestrebten Flexion zwischen 5^{o} und 15^{o} fest geworden. 5 (15 %) Arthrodesen wiesen eine Hyperextension auf.
Zusätzlich war bei 2 Patienten eine Innenrotation von 10^{o} und bei einem Patienten von 15^{o} festzustellen.

Tabelle 47 liefert eine Übersicht über Arthrosegrad und -häufigkeit an den röntgenologisch nach durchschnittlich

8,5 Jahren kontrollierten Nachbargelenken.

Tab. 47:

Arthrosegrad nach Stadler	KL Knie n	HL Hüfte n	KL Knie n	HLSG n	KLSG n	LSW n
-	21	21	24	19	28	10
+	10	8	3	12	3	11
++	1	3	3	-	2	5
+++	-	-	-	-	-	7
künstlicher Gelenkersatz	1	1	3	-	-	-
Arthrodese	-	-	-	3		
Arthrosen(n) insgesamt	11	11	6	12	5	23
%	33	33	18	36	15	70

n = 33 Patienten im Alter von $\bar{x}$ = 53 Jahren.

Auffallend bei dem untersuchten Krankengut war der hohe Anteil (70 %) mit zum Teil schweren arthrotischen Veränderungen im Lendenwirbelsäulenbereich. Bei etwa je 1/3 konnten arthrotische Veränderungen des homolateralen Sprunggelenkes (36 %), des homolateralen Hüftgelenkes (33 %), sowie des Vergleichknies festgestellt werden (33 %). Hierbei handelte es sich jedoch überwiegend um Arthrosen leichten Grades. Am wenigsten häufig von arthrotischen Veränderungen waren das kontralaterale Hüftgelenk (18 %) und das Sprunggelenk (15 %) der Vergleichsseite betroffen.

3.2.2.3.1. Vergleich des röntgenologischen Befundes der Lendenwirbelsäule mit Skoliose, Hyperlordose und Beinverkürzung

Tab. 48: Arthrotische Veränderungen im Lendenwirbelsäulenbereich bei Fehlhaltung und Beinverkürzung

	Total	Rö-bild unauffällig	Rö-Arthrose	Beinverkürzung x in cm
Geradstellung	14	2	12	3,6
Skoliose	19	8	11	3,0
Hyperlordose	2	-	2	-
Summe	33			

19 Patienten zeigten eine Skoliose, 4 eine Hyperlordose der Lendenwirbelsäule.
16 mal war die Lendenwirbelsäule konvex und 3 mal konkav zur Arthrodesenseite gekrümmt.
Wie Tabelle 48 zeigt, ließ sich der hohe Anteil der Patienten mit skoliotischer Abweichung der LWS nicht auf das Ausmaß der Beinverkürzung zurückführen.
Die Gruppe mit gerader LWS hatte eine durchschnittlich höhere Beinverkürzung, außerdem wiesen 2 Patienten mit einer Beinverkürzung > 10 cm keine Skoliose auf.

3.2.2.3.2. Vergleich der röntgenologischen Nachuntersuchungsergebnisse mit Voraufnahmen aus dem Jahr der Arthrodesenoperation

In einigen Fällen lagen Vergleichsaufnahmen der benachbarten Gelenke aus dem Jahr der Arthrodesenoperation vor und konnten einem Vergleich mit den Nachunteruschungsaufnahmen unterzogen werden (Tabelle 49).
11 Patienten wiesen eine Gonarthrose des Vergleichsknies auf. Bei 6 Patienten war ein Vergleich mit Voraufnahmen

möglich. Davon waren in 5 Fällen arthrotische Veränderungen am Kniegelenk neu aufgetreten oder hatten sich verschlechtert.
Ebenfalls 11 Patienten wiesen eine Coxarthrose der homolateralen Hüfte auf. In 6 von 9 Fällen konnte im Vergleich mit Voraufnahmen eine Verschlechterung festgestellt werden. Ein Patient mit Verschlechterung im Vergleich zu Aufnahmen von vor 10 Jahren zeigte bei der NU eine leichte Coxarthrose bei Hüftdysplasie.
6 Patienten wiesen eine Coxarthrose der Vergleichshüfte auf. In allen 3 Fällen mit Voraufnahmen war es zur Induktion oder Verschlechterung einer Arthrose gekommen.
Bei einem Patienten mit Vergleichsaufnahmen ohne Befund handelte es sich um eine Coxarthrose bei Coxa Vara.
In allen 12 Fällen mit einer Arthrose des homolateralen Sprunggelenkes lagen Vergleichsaufnahmen vor. Hierbei wurde 11 mal ein Neuauftreten einer Arthrose festgestellt.
5 Patienten hatten eine Arthrose im Bereich des kontralateralen Sprunggelenkes. Bei 2 dieser Patienten bestand ein Zustand nach gelenksnaher Unterschenkelfraktur. In allen Fällen mit Vergleichsaufnahmen war es zu einem Neuauftreten einer Arthrose seit der Operation gekommen.
23 (70 %) Patienten zeigten arthrotische Veränderungen im Bereich der Lendenwirbelsäule.
Diese Veränderungen waren in 11 Fällen leicht-, in 5 Fällen mittel- und in 7 Fällen schwerstgradig.
Bei den 12 Patienten mit Vergleichsaufnahmen war es in 6 Fällen zu einer Verschlechterung gekommen.

Tab.49 : Vergleich der röntgenologischen Nachuntersuchungsergebnisse mit Voraufnahmen aus demJahr der Arthrodesenoperation

	Rö Arthrose bei NU von n = 33		Vergleichsaufnahmen aus dem Jahr der Arthrodesen-OP vorhanden bei		Arthrose neu oder verschlechtert	
	n	davon	n	davon	n	(%)
KL Kniegelenk	11		6		5	(83%)
HL Hüftgelenk	11		9		6	(67%)
KL Hüftgelenk	6		3		3	(1oo%)
HL Sprunggelenk	12		12		11	(92%)
KL Sprunggelenk	5		3		3	(1oo%)
LWS	23		12		6	(5o%)

3.2.2.3.3. Überblick über die klinischen und röntgenologischen Spätergebnisse

Tabelle 50 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die klinischen und röntgenologischen Spätergebnisse bei 33 Patienten mit einem mittleren Alter von 53 Jahren bei einer durchschnittlichen NUzeit von 0,5 Jahren.

Tab. 50: Überblick über die klinischen und röntgenologischen Spätergebnisse bei n = 33 Patienten

	Bewegungseinschränkung n (%)	Schmerzen n (%)	Arthrose n (%)
Hl Hüfte (Strekkung/Beugung)	29 (88)	10 (30)	11· (33)
Vergleichshüfte	26 (79)	9 (27)	6·· (18)
KL Knie	13* (39)	10 (30)	11 (33)
HL Sprunggelenk	19**(58)	4 (12)	12 (36)
Vergleichssprunggelenk	7***(21)	2 (6)	5 (15)
LWS	11 (33)	11 (33)	23 (70)

* davon 1 TEP, 1 Zn. Kniegelenkstrauma

** davon 3 Arthrodesen des SG und 3 Peroneusparesen

*** davon 1 Peroneusparese

· zusätzlich 1 Hüftprothese

·· zusätzlich 3 Hüftprothesen

3.2.2.4. Ergebnisse der Fragebogenauswertung

Um die Vor- und Nachteile nach Kniegelenksarthrodesen im privaten und beruflichen Bereich zu untersuchen, wurde an die Patienten, die zwischen 1970 und 1976 operiert worden waren, ein Fragebogen verschickt (Anhang). 51 Fragebögen wurden beantwortet.

Das folgende Kapitel befaßt sich mit der Auswertung dieser Patientenangaben.

3.2.2.4.1. Auswirkung der Kniegelenksarthrodese im persönlichen Bereich der Patienten

Die Tabelle 51 gibt einen Überblick über die Bedeutung der Leitsymptome zur Kniegelenksarthrodese aus Patientensicht.

Tab. 51: Subjektive Leitsymptome zur Kniegelenksversteifung

Mehrfachangaben	Anzahl
Belastungsschmerzen	32
Bewegungsdefizit/Einsteifung	32
Infektion	18
Achsenfehlstellung	10
Instabilität	9
Summe	101

Als häufigste subjektive Leitsymptome wurden Belastungsschmerzen und Bewegungsdefizit/Einsteifung genannt.

Über subjektive Angaben in Bezug auf den Behandlungserfolg berichtet Tabelle 52.

Tab. 52: Subjektive Behandlungserfolge

Subjektive Angaben	Anzahl	
Beschwerden gebessert	26	(51 %)
Beschwerden gleich	5	(10 %)
Beschwerden verschlechtert	4	(8 %)
Patient ist beschwerdefrei	16	(31 %)
Summe	51	

Bei insgesamt 82 % der Patienten hatten sich die Beschwerden gebessert, oder sie waren beschwerdefrei.
10 % der Patienten gaben ein Weiterbestehen der Beschwerden, 8 % eine Verschlechterung an.

Die Mehrzahl der Patienten nutzte den Vorteil des Arthrodesenbeines als Standbein (63 %) oder setzte beide Beine alternierend als Standbeim ein (12 %).
25 % der Patienten gaben an, weiterhin ihr bewegliches Bein in der Standphase zu belasten.

Tabelle 53 gibt die Angaben der Patienten über das Ausmaß ihrer Gehstrecke wieder.

Tab. 53: Subjektive Angaben zur Gehstrecke

Gehstrecke	Anzahl	
Ich bewege mich		
- nur in der Wohnung	6	(12 %)
- weniger als 1 km	12	(23 %)
- mehr als 1 km	27	(53 %)
- uneingeschränkt	6	(12 %)
Summe	51	

Insgesamt 65 % der Patienten bewältigten Gehstrecken über 1 km oder waren uneingeschränkt gehfähig.
5 von 51 Patienten kamen völlig ohne Hilfsmittel aus.
38 Patienten benutzten orthopädisches Schuhwerk und / oder einen Absatzausgleich. 26 Patienten gaben an, einen Stock zu benutzen; 12 Patienten benötigten den Stock ständig, 14 gebrauchten ihn nur auf der Straße. 6 Patienten gebrauchten Unterarmstützen. 3 Patienten gaben an, ständig einen Gummistrumpf zu benutzen. Ein Patient war Rollstuhlfahrer, je ein Patient benutzte einen Oberschenkelstütz-

apparat und eine Peroneusschiene.
Nach Knochenbrüchen und Verletzungen der Extremitäten durch Stürze nach der Versteifungsoperation befragt, gaben 11 Patienten eine positive Antwort.

Tab. 54: Verletzungen durch Stürze nach Kniegelenksarthrodese

Verletzungsart	Anzahl
O'schenkelfraktur	1
Fraktur der Arthrodese	2
Unterschenkelfraktur	1
Sprunggelenksfraktur (davon 1 bei SG-Arthrodese)	2
Zehenfraktur	1
Außenbandriß des Sprunggelenkes	1
Kniegelenksprellung (10 Tage stationär)	1
Radiusfraktur	2
Summe	11 (21,6 %)

Bis auf den Außenbandriß des Sprunggelenkes, die Kniegelenksprellung und die beiden Radiusfrakturen betrafen alle Verletzungen die Arthrodesenseite.

3.2.2.4.2. Auswirkungen der Kniegelenksarthrodese im beruflichen und sozialen Bereich der Patienten

12 Patienten (24 %) gaben an, Schwierigkeiten in ihrem Beruf auf Grund der Kniegelenksversteifung zu haben. Als hinderlich bei der Berufsausübung wurden genannt:

- Schnelles Ermüden des Beines, Belastungsschmerzen besonders bei langem Stehen.

- "Versteiftes Bein ist im Weg"; fehlende Beugefähigkeit.
- Unangenehmes Kältegefühl im versteiften Bein.
- Rückenschmerzen bei langem Stehen.

Von 40 Patienten (78 %) lagen Angaben zur Einstufung der Minderung der Erwerbsfähigkeit (MDE) vor.
Die MDE betrug zwischen 10 % und 100 %, der Durchschnittswert lag bei 43 % MDE. 26 von 40 Patienten waren in dem Bereich zwischen 30 % und 40 % eingestuft.
Bei 7 von 14 höher als 40 % MDE eingestuften Patienten konnten arthrodesenfremde Gründe aus den Unterlagen entnommen werden.

Tabelle 55 berichtet über die Angaben zur Beeinträchtigung im täglichen Leben durch das versteifte Kniegelenk (n = 51).

Tab. 55: Beeinträchtigung im Alltag durch Kniegelenksarthrodese

Beeinträchtigung	Anzahl (Mehrfachangaben)
Unsicherheit beim Gehen	23 (45 %)
Häufiges Stolpern	20 (39 %)
Häufiges Stürzen	9 (18 %)
Schwierigkeiten beim Treppensteigen	40 (78 %)
Schwierigkeiten beim Sitzen (besonders Kino, Theater)	34 (67 %)
Schwierigkeiten beim Benützen öffentlicher Verkehrsmittel	31 (61 %)
Schwierigkeiten beim Benützen öffentlicher Toiletten	22 (43 %)
Schwierigkeiten bei der Hausarbeit	11 (22 %)

45 % der Patienten fühlte sich unsicher beim Gehen, insbesondere auf unebenen Wegen und schrägen Ebenen. Fast ebensoviele klagten über häufiges Stolpern (39 %).

Bei 18 % der Patienten kam es zu gehäuftem Stürzen nach der Kniegelenksversteifung.
Die meisten Patienten (78 %) gaben Schwierigkeiten beim Treppensteigen an.
34 % klagten über Schwierigkeiten beim Sitzen auf bestimmten Stuhl- und Sesseltypen. Dabei bereitete besonders das Hinsetzen und Aufstehen Schwierigkeiten.

In diesem Zusammenhang soll eine Bemerkung zur Fahrtüchtigkeit der Patienten mit Kniearthrodese gemacht werden, die sich auf die 33 nachuntersuchten Patienten bezieht (Kapitel 3.2.2.). 16 von den 33 Patienten führen problemlos einen Automatikwagen, ein Patient nach wie vor Schaltwagen. Nur 2 Patienten hatten das Autofahren auf Grund der Versteifung aufgeben müssen.

Die Möglichkeiten der Freizeitgestaltung durch Sport wurden in der folgenden Weise durch die Kniegelenksversteifung beeinträchtigt:
20 (51 %) Patienten hatten vor der Operation eine Sportart ausgeführt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren noch 20 Patienten sportlich aktiv.
Bei den meisten Patienten hatte jedoch ein Wechsel der Sportart stattgefunden. Am häufigsten wurde von den Patienten mit der Arthrodese (13) regelmäßiges Schwimmen durchgeführt. Je 3 Patienten übten Gymnastik und Leichtathletik aus.
Folgende weitere Sportarten wurden von den Patienten ausgeübt: Tanzen, Fußball, Sitzball, Wandern, Segeln, Alpinski, Skilanglauf, Boxen, Fahrradfahren (mit Spezialpedal).

4. FALLBEISPIELE IN RÖNTGENBILDERN

4.1. Fall 1: Kniegelenksarthrodese wegen Fehlstellung nach Kniegelenksempyem

Herr A. N., geboren am 1.12.1937
Nach einer intraartikulären Injektion kam es zu einem Kniegelenksempyem, links. Es erfolgten mehrere Kniegelenkspunktionen, im Mai 1980 wurde eine Kniegelenksstreckung in Narkose durchgeführt. Die Arthrodese des Kniegelenkes wurde am 8.8.1980 wegen einer Beugefehlstellung (0 - 40 - 40) bei Kniegelenksluxation notwendig. Postoperativ komplikationsloser Verlauf.

Bild 1 zeigt den Röntgenzustand im Juni 1980.
Bild 2 zeigt den Röntgenzustand des Operationstages am 8.8.1980.
Bild 3 zeigt den Röntgenbefund im September 1980.
Bild 4 zeigt den Röntgenzustand 9 Wochen nach der Metallentfernung im Januar 1981.

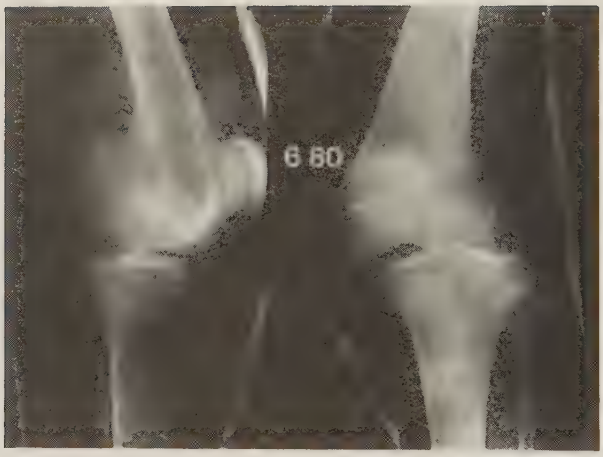
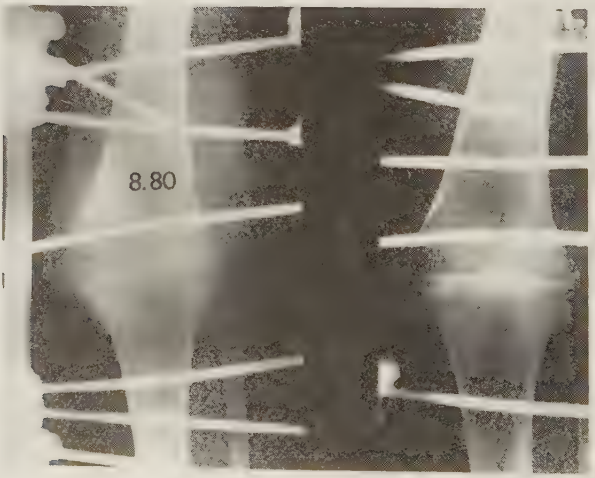


Bild 1

Bild 2



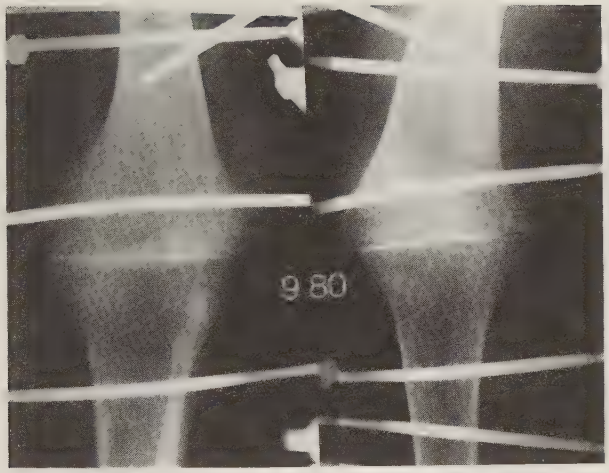
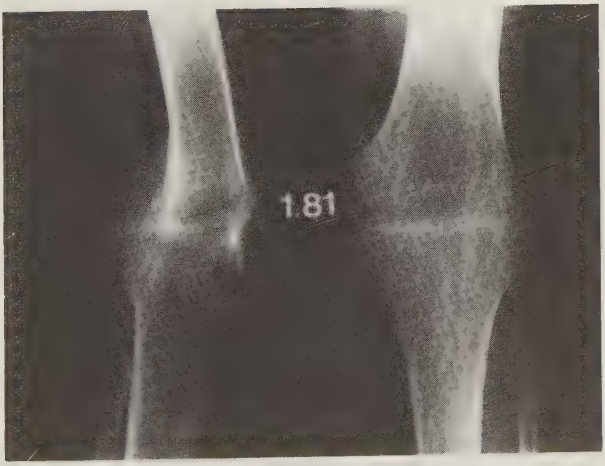


Bild 3

Bild 4



4.2. Fall 2: Kniegelenksarthrodese nach Tibiakopftrümmerfraktur und Osteomyelitis

Frau S. K., geboren am 21.1.1929
Frau S. zog sich am 21.8.1975 bei einem Sturz mit dem Fahrrad eine Tibiakopftrümmerfraktur, links, mit ausgedehntem Weichteildefekt zu. Nach der Rekonstruktion des Tibiakopfes durch Osteosynthese kam es im Verlauf zur Osteomyelitis. Am 15.1.1976 erfolgte die Kniegelenksarthrodese wegen Einsteifung in Fehlstellung (O - 15 - 20) bei Infekt.

Bild 1 zeigt den Röntgenzustand nach Versorgung der Tibiakopftrümmerfraktur mit Osteosynthese.
Bild 2 zeigt den Röntgenzustand 6 Monate nach der Arthrodese.
Bild 3 zeigt den Röntgenzustand bei Rearthrodese im März 1978.
Bild 4 zeigt den Röntgenspätzustand im Oktober 1982.

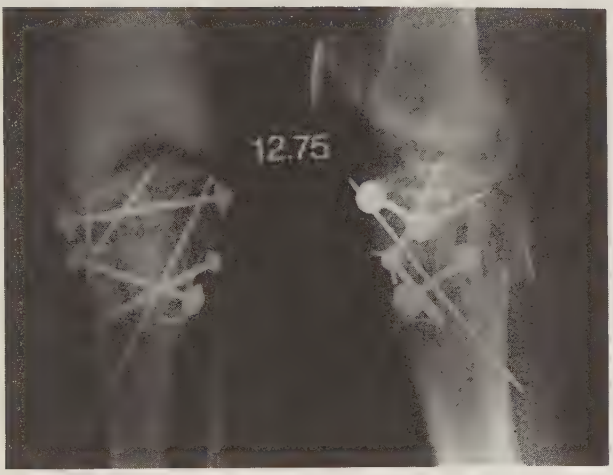
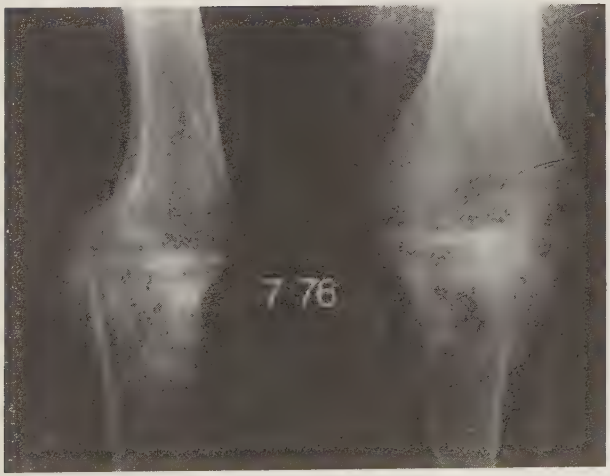


Bild 1

Bild 2



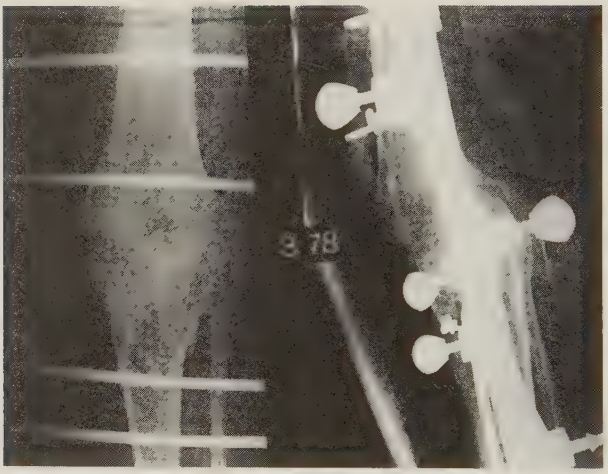
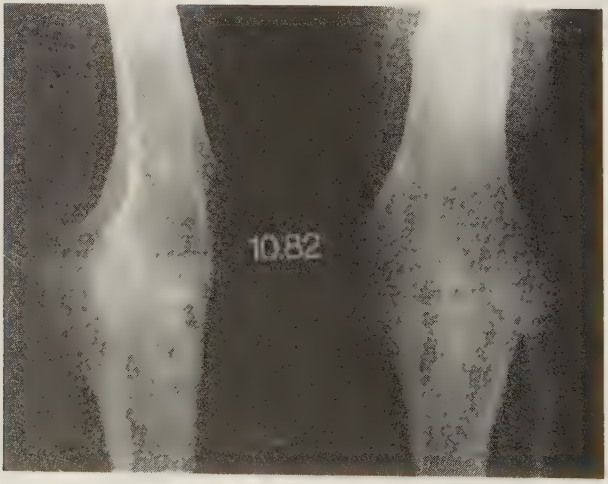


Bild 3

Bild 4



4.3. Fall 3: Kniegelenksarthrodese nach Infektpseudarthrose

Herr M. R., geboren am 9.11.1934
Herr M. erlitt am 1.8.1975 einen Sturz als Arbeitsunfall. Als Verletzungsfolgen waren vorhanden eine Tibiatrümmer- und Fibulafraktur, rechts, mit Subluxation nach ventral. Es erfolgte zunächst eine Plattenosteosynthese, in deren Verlauf es zur Infektpseudarthrose kam. Im März 1976 wurde die Metallentfernung mit Sequesterotomie durchgeführt. Nach einem Sturz am 21.4.1976 Anbringen eines Fixateur externe am Unterschenkel. Im August 1976 Reposition der Pseudarthrose und zusätzlich Arthrodese des Kniegelenkes. Knöcherner Durchbau der Arthrodese im Dezember 1976, der Pseudarthrose im Juli 1977.

Bild 1 zeigt den Röntgenzustand 3 Monate nach Anbringen des Fixateur externe am Unterschenkel.
Bild 2 zeigt den Röntgenzustand 2 Monate nach äußerer Fixation der Pseudarthrose und des Arthrodesespaltes.
Bild 3 zeigt den Röntgenbefund im Mai 1977 mit knöchernem Durchbau der Arthrodese und noch bestehender Pseudarthrose.
Bild 4 zeigt den Röntgenspätzustand im März 1978.

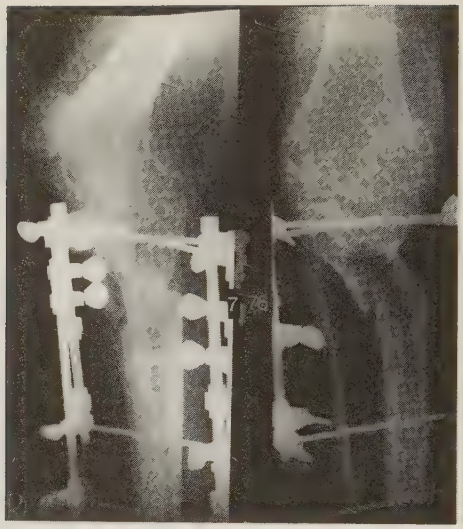
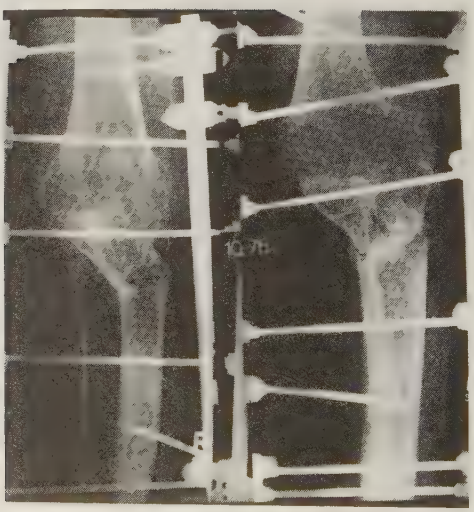


Bild 1

Bild 2



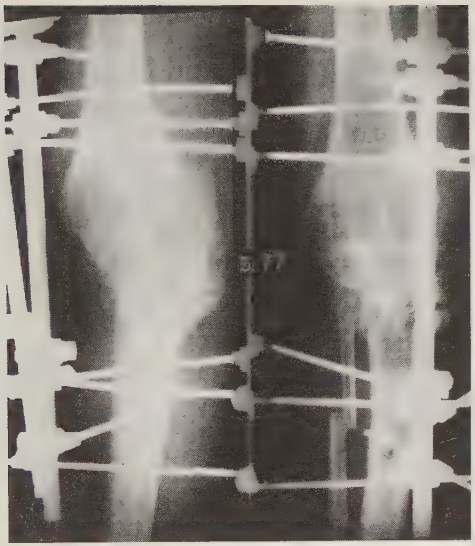
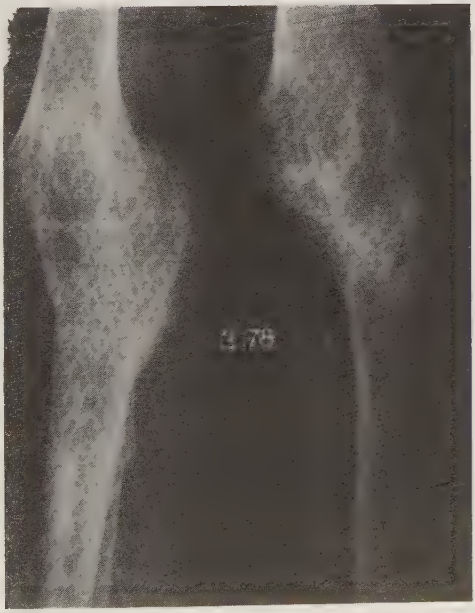


Bild 3

Bild 4



4.4. Fall 4: Kniegelenksarthrodese nach infizierter Knietotalprothese bei rheumatoider Arthritis

Frau M. G., geboren am 2.6.1905
Bei Frau M. mit rheumatoider Arthritis wurde im April 1973 eine Knietotalendoprothese Typ Waldius eingesetzt.
Wegen einer postoperativ aufgetretenen Fistel wurde im Mai 1973 eine Wundrevision durchgeführt.
Im August 1974 wurde die Kniegelenksarthrodese wegen Einsteifung in Fehlstellung (O - 15 - 65) und Infekt notwendig. Im September 1976 mußte nochmals eine Fistelrevision durchgeführt werden.

Bild 1 zeigt den Röntgenzustand vor der Totalprothese 1973.

Bild 2 zeigt den Röntgenzustand 1 Monat nach dem Einbau der Totalprothese im Juni 1974.

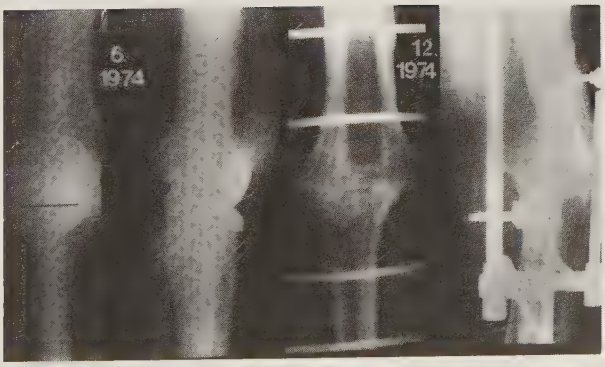
Bild 3 zeigt den Röntgenzustand 3 Monate nach der Kniegelenksarthrodese im Dezember 1974.

Bild 4 zeigt den Röntgenspätbefund 1978. Im Femuranteil erkennt man eine etwa pflaumengroße Höhle, kein Sequester.

Bild 1

Bild 2

Bild 3



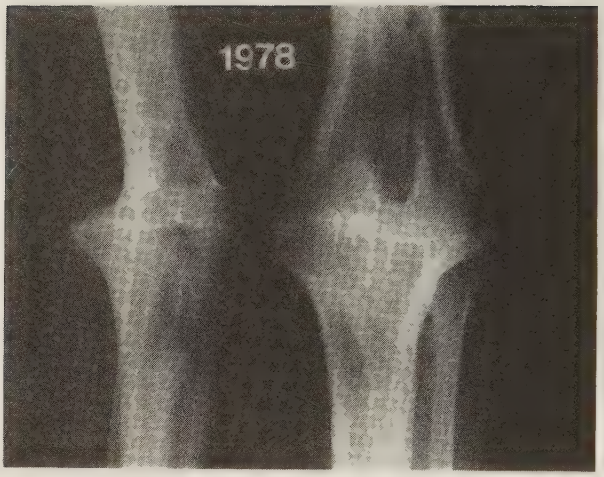


Bild 4

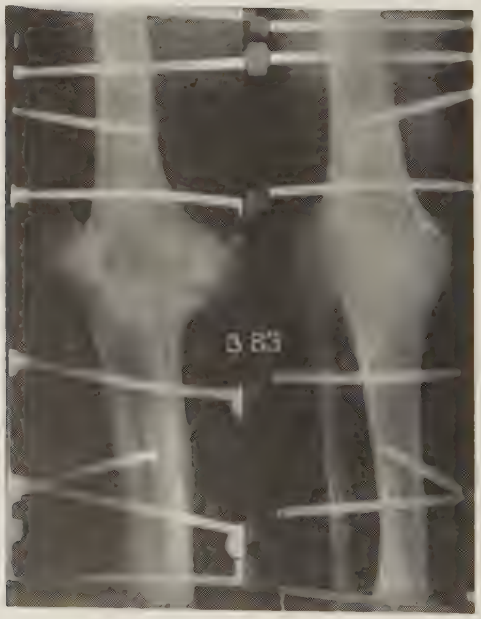
4.5. Fall 5: Kniegelenksarthrodese nach infizierter Schlittenprothese

Herr A. K., geboren am 17.1.1905
Nach einer Schlittenprothese, links, kam es im Juli 1982 zu einem Kniegelenksempyem. Die Kniegelenksarthrodese wurde 4 Monate später am 6.11.1982 durchgeführt. 6 Monate postoperativ kam es zur kniegelenksnahen Oberschenkelfraktur bei intaktem Arthrodesenspalt. Versorgung mit Plattenosteosynthese.

Bild 1 zeigt den Röntgenzustand bei infizierter Kniegelenksteilprothese.
Bild 2 zeigt den Röntgenzustand vor der Metallentfernung am 3.3.1983.
Bild 3 zeigt den Röntgenzustand nach der Metallentfernung im März 1983.
Bild 4 zeigt die gelenksnahe Oberschenkelfraktur 6 Monate postoperativ
Bild 5
und 6 zeigen die Versorgung mit einer Plattenosteosynthese

Bild 1

Bild 2



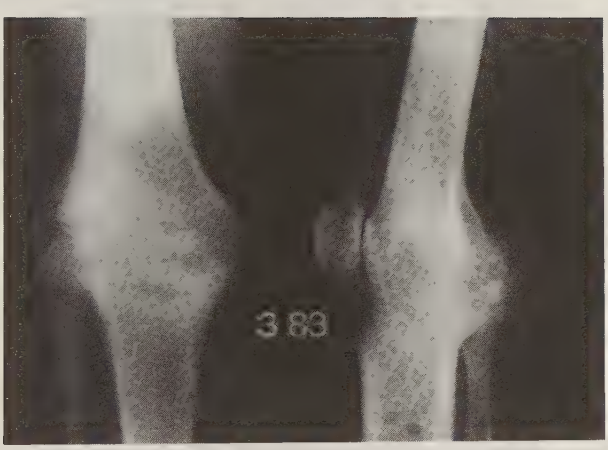


Bild 3

Bild 4

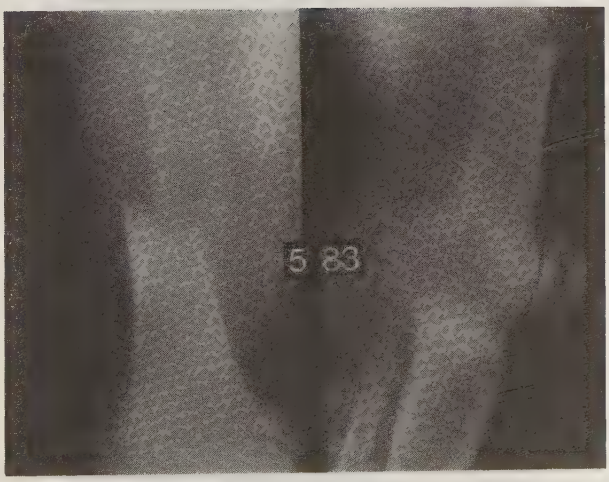


Bild 5

Bild 6

5. DISKUSSION

5.1. Vorgeschichte und Indikation von 121 Kniegelenksarthrodesen in der BGU Tübingen

5.1.1. Indikationen

In der Zeit von 1970 - 1982 wurden in der BGU Tübingen 121 Patienten wegen einer Kniegelenksarthrodese behandelt. Diese Zahl erscheint in der heutigen Zeit außerordentlich hoch. Offensichtlich bestehen aber doch noch genügend Indikationen zur Kniegelenksversteifung. Dabei ist zu beachten, daß es sich bei dem untersuchten Krankengut um relativ junge Patienten einer für Arbeitsunfallfolgen zuständigen Unfallklinik handelt.
Dementsprechend führten in 79 % der Fälle die Folgen einer Kniegelenksverletzung zur operativen Versteifung.
In 4 % der Fälle handelte es sich um ein Trauma bei rheumatoider Arthridis und in 7 % um ein Trauma bei vorbestehender degenerativer Gonarthrose.

Insgesamt ist bei einem Vergleich der Literatur festzustellen, daß derzeit die posttraumatischen Gonarthrosen insbesondere mit Infekt oder Infektvorgeschichte den Hauptindikationsbereich für die Kniegelenksarthrodese darstellen, und daß die Fehlergebnisse nach Kniegelenksersatz zunehmend an Bedeutung für die Indikation zur Kniegelenksversteifung gewinnen (FISCHER 1972, HUKE 1975, SILLER 1976, BRODERSEN 1979, DECKER 1982, HIERHOLZER 1983).

5.1.2. Geschlecht und Alter

Die Mehrzahl der Patienten waren Männer (65 %), das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 52 Jahre. Im Gegensatz zu den Unfallkliniken stehen in orthopädischen Kliniken die statischen Gonarthrosen im Vordergrund der Indikationen zur Kniegelenksarthrodese, wobei hier der

Anteil der Frauen und das Durchschnittsalter deutlich höher liegen (RIEDEL 1975, FISCHER 1973).

5.1.3. Unfallursachen

Den größten Anteil an den Unfällen hatten die Arbeits- und Verkehrsunfälle (66,6 %).
Die häufigsten Arbeitsunfälle waren Stürze aus der Höhe (44 %), die häufigsten Verkehrsunfälle betrafen Autofahrer (48,8 %).
Über eine ähnliche Unfallursachenverteilung wird aus anderen Berufsgenossenschaftlichen Unfallkliniken berichtet (BIBRACHER 1975, URECH 1977, SETTNER 1981, MÜLLER, K. H. 1981).
Bei BIBRACHER und URECH waren die häufigsten Verkehrsunfallbeteiligten jedoch Moped- und Motorradfahrer.

5.1.4. Verletzungsarten

Als Verletzungsarten führten in Übereinstimmung mit der Literatur am häufigsten Frakturen im Tibiakopfbereich zur Arthrodese (42,4 %).
Entsprechend fand auch K. H. MÜLLER in seinem untersuchten Bochumer Krankengut, daß bei 22 von 31 später infizierten Schienbeinkopfbrüchen Arbeits- und Verkehrsunfälle zu Grunde lagen.

5.1.5. Primärversorgung

Die Erstbehandlung wurde in 75 % der Fälle in auswärtigen Kliniken durchgeführt, wobei die Primärversorgung überwiegend operativ (57 %) und durch Osteosynthese (27 %) erfolgte.

5.1.6. Zeit zwischen Unfall und Arthrodesenoperation

Der Zeitraum zwischen Unfall und Arthrodesenoperation betrug durchschnittlich 10 Jahre; jedoch wurde bei 46 % der Patienten die Versteifungsoperation bereits vor Ablauf eines Jahres nach dem Unfall durchgeführt. Dies entspricht sowohl den Angaben von BIBRACHER als auch von URECH, in deren Krankengut der größte Anteil der Arthrodesen innerhalb von zwei Jahren nach dem Unfall durchgeführt wurde.

5.1.7. Arthrodese wegen Fehlergebnis nach Knietotalprothese

Bei 15 % (18) der Patienten wurde die Arthrodese wegen eines Fehlergebnisses nach künstlichem Gelenkersatz durchgeführt. Diese Indikation ist in Übereinstimmung mit der Literatur zahlenmäßig deutlich im Ansteigen begriffen (DECKER 1982, HIERHOLZER 1983). In allen 18 Fällen war es zum Infekt gekommen; die Lebensdauer der Prothese lag in 83 % unter 3 Jahren. Dabei ist zu beachten, daß die Arthrodesenoperation im Falle einer gelockerten und infizierten Kniegelenksendoprothese technisch schwieriger durchzuführen ist als eine primäre Arthrodese.

5.1.8. Präoperativer Status

Zum Zeitpunkt der Arthrodese lag bei 35 % der Patienten bereits ein wackelsteifes Kniegelenk vor.
28 % der Kniegelenke wiesen einen akuten Infekt auf, 19 % hatten eine Infektionsvorgeschichte.
Bei 61 % der Patienten lag eine Achsenfehlstellung vor, wobei es sich in den meisten Fällen um eine Flexionskontraktur handelte (52 %).
Entsprechende Feststellungen zum präoperativen Status des betreffenden Kniegelenkes finden sich bei SETTNER (1981); in seinem untersuchten Krankengut führten bei 55 % der Patienten eine sekundäre Gonarthrose durch Gelenkstufen und Fehlstellung, bei 29 % eine Osteomyelitis und bei 9 %

eine Instabilität zur Kniegelenksarthrodese.

5.2. Technische Durchführung und postoperative Therapie der Kniegelenksarthrodese

5.2.1. Technik der Resektionsarthrodese

Hinsichtlich der technischen Durchführung wurde in der überwiegenden Anzahl der Fälle (72 %) nach der Resektion der Gelenkflächen ein Fixateur externe in der Ausführung nach CHARNLEY - MÜLLER eingesetzt. Die seit 1979 bevorzugt verwendete 3-dimensionale Montage des Fixateur externe kam in 26 % der besprochenen Fälle zur Anwendung. Dieser modifizierten Technik der räumlichen Konstruktion wird heute allgemein der Vorzug gegeben, da durch die bessere Neutralisierung der Biegekräfte senkrecht zur Rahmenebene eine erhöhte Stabilität erreicht wird.
Die Tatsache, daß bei 92 % der Fälle das Operationsziel primär und in allen Fällen einer durchgeführten Rearthrodese der sichere knöcherne Durchbau erreicht wurde, zeigt die Überlegenheit der äußeren Fixation gegenüber anderen Methoden.

5.2.2. Ruhigstellungsart und -dauer postoperativ

Eine zusätzliche Ruhigstellung mit einem primär angelegten Gipstutor erfolgte in 92 % der Fälle. Andere Autoren setzen den Gips erst nach der Metallentfernung ein (SETTNER 1981). Die Liegezeit des Metalls betrug durchschnittlich 11 Wochen, der sichere knöcherne Durchbau wurde nach durchschnittlich 14 Wochen erreicht.
Unterschiedliche Ruhigstellungszeiten in Bezug auf die 2- und 3-dimensionale Montage machten sich besonders bei Patienten mit Infektionsvorgeschichte bemerkbar, wobei mit der räumlichen Fixation längere Zeiten benötigt wurden (siehe Tabelle 26).

Die Entfernung der Steinmannnägel erfolgte in Abhängigkeit von Röntgenkontrollen ohne Gipsverband. Nach Entfernen des äußeren Spanners wurde bis zur knöchernen Konsolidierung eine Gipshülse angelegt.
Die Dauer der stationären Behandlung betrug im Mittel 3,4 Monate.
Für die Dauer bis zur knöchernen Konsolidierung muß im Durchschnitt mit 3 - 4 Monaten gerechnet werden. ALPERT und Mitarbeiter (1977) gaben mit 13 bis 14 Wochen, FISCHER (1972) mit 12, GREEN und Mitarbeiter (1967) mit 17, BESSENBACH (1970) mit 10 sowie KLEMS und Mitarbeiter (1975) mit 12 Wochen ähnliche Fristen an.
Dabei ist zu berücksichtigen, daß die benötigte Zeit bis zur Konsolidierung wesentlich durch das vorliegende Krankheitsbild beeinflußt wird (JASTER 1979).
So gibt GREEN (1967) für die Technik der äußeren Kompression durchschnittlich 15 Wochen bei rheumatischer Arthritis, 17 Wochen bei posttraumatischen und postseptischen Arthrosen an.
FISCHER (1972) berichtet über 12 - 14 Wochen bei rheumatischer Arthritis und 12 Wochen bei postrheumatischer und degenerativer Arthrose sowie septischer Gonitis.
HIERHOLZER (1975) gibt für aseptische Arthrosen Durchschnittsfristen von 12 Wochen, für posttraumatische Osteomyelitiden hingegen 17 Wochen bis zum belastbaren Durchbau an.
Bei MÜLLER, K. H. (1981) findet man eine mittlere Konsolidierungszeit von 13 Wochen bei infizierten Arthrodesen.

5.2.3. Spongiosaplastik

Zusätzlich zur Versteifungsoperation wurde in 32 % der Fälle eine Spongiosaplastik durchgeführt, wobei in der Mehrzahl der Fälle die Patella verwertet wurde. Nur in einem von insgesamt 27 Fällen kam es zur Sequestrierung der Patella. Trotz dieser Komplationsmöglichkeit sprechen wich-

tige Gründe für die Beibehaltung des patellaren Bolzens bei der aseptischen Arthrodese, da hierdurch eine bessere Formgebung des Kniegelenks und eine zusätzliche Stabilisierung der Arthrodese erzielt wird (MÜLLER, K. H.).
Andere Autoren benutzen, um einer eitrigen Nekrose der patellaren Spongiosa vorzubeugen, ausschließlich Beckenkammspongiosa (BRUNNER 1976).
Insgesamt gesehen wurde die Patella nur in 27 % der Fälle entfernt.

5.2.4. Operativer Zugang zum Kniegelenk

Als Zugang zum Kniegelenk wurde in den meisten Fällen der Bogenschnitt nach Textor benutzt (75 %).
Andere Autoren benutzen den vorderen Längsschnitt nach PAYR, um den Effekt einer Z-Plastik auszunutzen (HIERHOLZER 1975, BROOKER 1981). Bei dieser Methode werden jedoch häufiger Wundrandnekrosen gesehen (BRUNNER 1976).

5.3. Frühergebnisse

5.3.1. Primärer Behandlungserfolg und Rearthrodesen

In 92 % der Fälle wurde das Operationsziel primär erreicht. Insgesamt wurden 10 (8 %) Rearthrodesen wegen eines fehlenden Durchbaus des Arthrodesenspaltes oder einer gelenknahen Ausbildung einer Pseudarthrose durchgeführt; alle Arthrodesen konnten somit zur Ausheilung gebracht werden.

5.3.2. Arthrodese nach Kniegelenksersatz

Von den 18 nach Kniegelenksersatz durchgeführten Arthrodesen wurden 14 primär fest, in 2 Fällen kam es nach Rearthrodese zum knöchernen Durchbau (siehe Tabelle 24/1 und 24/2). Die 2 weiteren Fälle konnten nicht nachverfolgt werden.

Nach Angaben in der Literatur muß bei Kniegelenksarthrodesen nach Kniegelenksersatz mit einer verlängerten Durchbauungszeit, einer vermehrten Gefahr von Spontanfrakturen und Pseudarthrosen sowie einer meist erheblichen Beinverkürzung gerechnet werden (HAGEMANN 1978, BRODERSEN 1979, MÜLLER, K. H. 1981, DECKER 1982, THORNHILL 1982, FIDLER 1983). Insgesamt sind die Erfolgsaussichten einer Arthrodese nach einer gescheiterten Kniegelenksalloarthroplastik deutlich geringer als bei anderer Indikation. BRODERSEN berichtet über 81 % erfolgreich durchgeführte Arthrodesen nach Teilprothesen, jedoch waren nur 56 % erfolgreich nach Knietotalprothesen. Bei HAGEMANN betrug die Erfolgsrate insgesamt 64 %.
In unserem Krankengut benötigten die 18 Arthrodesen nach Kniegelenksersatz mit durchschnittlich 115 Tagen bis zur Konsolidation den gleichen Zeitraum wie die Gesamtheit aller Infektarthrodesen. Spontanfrakturen wurden nicht gesehen, jedoch lag der Prozentsatz der nicht primär festgewordenen Arthrodesen mit 22 % (4) deutlich höher als bei der Gesamtheit aller versteiften Kniegelenke mit 8 % (10).

5.3.3. Postoperative Komplikationen

Postoperative Komplikationen wurden bei 54 % der Patienten gesehen. Zu Osteomyelitis (7 %) und Pseudarthrosen (2 %) kam es ausschließlich nach einer Infektvorgeschichte (siehe Tabelle 22).
Die genannten Komplikationen stellen somit keine eigentliche Komplikation der Arthrodeseoperation dar, sondern sind mit dem Ausmaß der präoperativ bestehenden Destruktion und Entzündung zu erklären (HIERHOLZER 1975).
Mit Ausnahme der Angaben von K. H. MÜLLER (1981) über 2 Fälle von Knocheninfektionen bei 53 aseptischen Arthrosen liegen in der Literatur keine weiteren Aufschlüsselungen

der Komplikationen von septischen und aseptischen Arthrosen vor.

5.4. Spätergebnisse

5.4.1. Patientengut

Klinische und röntgenologische Spätergebnisse konnten bei 33 (47 %) von 70 Patienten erhoben werden. Da von den 37 nicht untersuchten Patienten 26 % entweder verstorben oder transportunfähig waren, stellt sich die Frage, inwieweit eine positive Auswahl vorlag.
Auf Grund der Tatsache, daß die nachuntersuchten Patienten im Durchschnitt 11 Jahre jünger waren, kann man davon ausgehen, daß diese Patienten bessere Ausgangsbedingungen mitbrachten.

5.4.2. Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

5.4.2.1. Behandlungsergebnisse

Zufrieden mit dem Resultat der Kniegelenksversteifungsoperation waren insgesamt 91 % der Patienten, von diesen sehr zufrieden 24 %.
Dieses entspricht den Ergebnissen von JANSSEN und BRATTSTRÖM, bei denen sich anläßlich einer Nachuntersuchung ebenfalls 90 % der Patienten zufrieden zeigten.
Während in allen Fällen das Operationsziel der vollen Belastbarkeit erreicht werden konnte, waren nur 61 % der Patienten durchschnittlich 8,5 Jahre nach der Arthrodesenoperation beschwerdefrei in Bezug auf die Arthrodese.
6 % (2) Patienten gaben Dauerschmerzen im Arthrodesenbereich an. Besonders belastend wurde das schmerzhafte Anschwellen von Fuß- und Sprunggelenk der betroffenen Seite empfunden. Erschwerend kam hinzu, daß gerade durch Schmerzen im Fußbereich der Vorteil, das versteifte Bein als

Standbein zu benutzen, wegfällt. Zu ähnlichen Nachuntersuchungsergebnissen kommt auch K. H. MÜLLER. Er fand durchschnittlich 3,4 Jahre nach der Arthrodesenoperation 61 % der Patienten beschwerdefrei; je 19 % beklagten Belastungs- und Dauerschmerzen.
In 4 Fällen bestanden bei der Nachuntersuchung noch offene, sezernierende Fisteln, wodurch sich die Patienten stark behindert fühlten.
Den Angaben von SETTNER entsprechend, lag auch bei unserem nachuntersuchten Krankengut bei 70 % ein flottes und sicheres Gangbild vor. Bei 6 (18 %) war das Gangbild unbefriedigend, wobei zwei (6 %) über Belastungsschmerzen in der Arthrodese klagten.
Bei 4 (12 %) der Patienten bestanden bei der Nachuntersuchung noch offene, sezernierende Fisteln, wodurch sie sich sehr behindert fühlten. MÜLLER (1981) fand bei 16 %, SETTNER (1981) hingegen nur bei 4 % der nachuntersuchten Patienten eine Fistel.

5.4.2.2. Beinverkürzung und Absatzausgleich

Die durchschnittliche Beinverkürzung betrug 3,2 cm. Dieser Wert liegt im Bereich der Angaben in der Literatur: BRÜCKNER (1978) 3,8 cm, HIERHOLZER (1975) 3 cm, KLEMS (1975) 3 cm, URECH (1977) 3 cm, MÜLLER (1981) 4,8 cm.
76 % der Patienten benutzten eine Absatzerhöhung, 18 % gaben an, mehr Sicherheit beim Gehen durch die Benutzung von Einlagen und Abrollsohlen erreicht zu haben. Vor allem wurde hierdurch häufiges Stolpern vermieden. 15 % kamen ohne jegliche orthopädische Hilfsmittel aus.
Die Höhe des Absatzausgleiches betrug durchschnittlich 2,8 cm. Dabei war der Längenausgleich in der Weise erfolgt, daß eine geringe Verkürzung von durchschnittlich 1,5 cm des arthrodesierten Beines zum Durchschwingen verblieb. Mit dem Längenausgleich sollen zum einen Schäden an der Wirbelsäule durch die kompensatorische Schrägstellung des Beckens vermieden werden, zum anderen wird durch das

Vermeiden einer Spitzfußstellung im Sprunggelenk der gleichen Seite oder einer Beugestellung des Kniegelenkes der kontralateralen Extremität das Gangbild verbessert.

5.4.2.3. Achsenverhältnisse

Im Normalfall wird bei einer Kniegelenksarthrodese eine Flexion von 10 - 15 Grad in der Sagittalebene und eine leichte Valgusstellung von 0 - 5 Grad in der Frontalebene angestrebt. Dabei sollte der Unterschenke 10 - 15 Grad außenrotiert sein. Legt man diese Forderungen zugrunde, wiesen 30 % der Patienten eine Varus- oder Innenrotationsfehlstellung auf, die in der Literatur als besonders ungünstig für die benachbarten Gelenke angesehen wird (FISCHER 1971, HAMACHER 1973, JANSSEN 1975).
Im Gegensatz zu den Angaben der genannten Autoren konnte bei unseren Patienten eine Korrelation von Varus- und Innenrotationsfehlstellung und vermehrten klinischen Beschwerden oder röntgenologischen Befunden jedoch nicht gefunden werden.
Auch eine größere Beinverkürzung als 3 cm hatte bei den untersuchten Patienten in oben genannter Hinsicht keinen negativen Einfluß.

5.4.2.4. Bewegungseinschränkung im Bereich der benachbarten Gelenke

Insgesamt wurden Bewegungseinschränkungen im Bereich des Hüft- und Sprunggelenkes der betroffenen Seite am häufigsten angetroffen, was den Angaben in der Literatur entspricht (MÜLLER 1981, SETTNER 1981 und HAMACHER 1973).

5.4.3. Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung

Bei der Auswertung der Röntgenergebnisse fielen die zum

Teil schweren arthrotischen Veränderungen im LWS-Bereich auf (70 %). Das homolaterale Sprunggelenk sowie beide Hüftgelenke zeigten in etwa je 1/3 der Fälle nur leichte Veränderungen.
Am wenigsten betroffen waren das kontralaterale Knie- und Hüftgelenk (siehe Tabelle 47).
In den Fällen mit Voraufnahmen wurde in jeweils 50 - 100 % entweder eine neu aufgetretene Arthrose festgestellt, oder die Verschlechterung einer schon bestehenden (siehe Tab. 48). Die in der Literatur angegebenen Erklärungen für die Entwicklung dieser Veränderungen im Bereich der benachbarten Gelenke basieren auf der Annahme, daß das normale Kniegelenk vom Beginn der Fersenauflage an eine elastische Pufferwirkung durch die zunehmende Kniebeugestellung hat, die sich mit einer Stoßdämpferwirkung vergleichen läßt. Bei der Arthrodese des Kniegelenkes dagegen besteht keine Möglichkeit mehr, die Bewegungsenergie muskulär abzufangen. Stattdessen überträgt sich der Impuls, der beim Fersenaufsatz entsteht, ungedämpft auf die benachbarten Gelenke, sodaß diese unphysiologisch beansprucht werden (HAMMACHER 1973, SPRANGER 1976).
Bei einem Vergleich von Langzeitergebnissen in der Literatur zeigt sich, daß zur Frage der Folgeschäden nach Kniegelenksarthrodesen sehr unterschiedliche Ergebnisse vorliegen. Die Klärung dieser Frage ist schwierig, da bei den meisten Autoren - wie auch in unserem Fall - keine vollständigen Vergleichsaufnahmen des präoperativen Gelenkstatus vorliegen. Die vollständigste Untersuchung zu diesem Problem lieferte HAMMACHER, der 110 Fälle mit negativen Vergleichsaufnahmen nach 4 - 24 Jahren auswertete.
Er fand gehäuft Folgearthrosen im Bereich des Hüft- und Sprunggelenkes der betroffenen Seite. Dabei handelte es sich überwiegend um Veränderungen leichteren Grades.
Nach seinen Erfahrungen ist mit röntgenologischen Veränderungen leichteren Grades nach etwa 6 - 9 Jahren zu rechnen, die dann 12 - 15 Jahre postoperativ ihren Höhepunkt erreichen (HAMMACHER 1973). BRATTSTRÖM (1971) und JANSSEN (1975)

fanden besonders ausgeprägte Veränderungen im Bereich des kontralateralen Kniegelenkes, die sie auf die Kompensationsmechanismen Flexionskontraktur und Genu valgum des Gegenknies als Folge der Verkürzung des Arthrodesenbeines zurückzuführten.
In Übereinstimmung mit unserem Krankengut (70 %) fand sich auch bei BRÜCKNER (1978, 83 %) und SETTNER (1981, 51 %) ein hoher Prozentsatz von arthrotischen Veränderungen im Lendenwirbelsäulenbereich.

5.4.4. Ergebnisse der Fragebogenauswertung

Im Gegensatz zu den relativ geringen arthrotischen Veränderungen am Vergleichskniegelenk (33 %) gaben 61 % von 51 Patienten im Fragebogen Beschwerden an diesem Gelenk an. Ebenfalls häufig wurden Beschwerden in der Lendenwirbelsäule (53 %) und in der Arthrodese selbst (51 %) angegeben. Beschwerden in den übrigen Gelenken wurden von ungefähr je 1/3 der Patienten angegeben.
Den von BRÜCKNER gefundenen relativ hohen Anteil von 21 % der Patienten, bei denen es nach der Arthrodese verstärkt zu Kopfschmerzen kam, ließ sich bei unseren Patienten nicht bestätigen. Nur 3 Patienten (6 %) gaben Kopfschmerzen an, die jedoch arthrodesenunabhängig waren.
Insgesamt gaben 82 % der Patienten, die durch den Fragebogen erreicht wurden, eine Besserung ihrer Beschwerden durch die Kniegelenksarthrodese an. 65 % bewältigten eine Gehstrecke von über einem Kilometer. Bei SETTNER (1981) schätzten 88 % der Patienten ihre mögliche Gehstrecke größer als einen Kilometer ein.
Als besondere Erschwernis stellte sich eine Unsicherheit beim Gehen heraus (45 %), die zu häufigem Stolpern und Stürzen führte (18 %).
RIEDEL (1979) und JANSSEN (1975) stellten bei über 50 % ihrer Patienten eine Gangunsicherheit fest, bei 30 % häufigeres Stürzen.
Erwähnenswert ist, daß die meisten Patienten, insbesondere

Frauen, es ablehnten, einen Gehstock zu benützen, um durch ihre Behinderung nicht aufzufallen.
Besonders das Treppensteigen (78 %) sowie die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel (31 %) stellte die Patienten vor große Probleme.
Diese durch die Arthrodese bedingten Schwierigkeiten machen deutlich, wie wichtig für die Patienten die von BRATTSTRÖM (1971) geforderte prä- und postoperative krankengymnastische Übungsbehandlung mit Kräftigung der Beinmuskulatur und die intensive Gehschulung ist.
Danach muß der Patient gezielt die richtige Technik lernen, Treppen auf- und abzusteigen, sich auf einen Stuhl zu setzen und aufzustehen, sowie bewußt das betroffene Bein als Standbein einzusetzen, um das gesunde Kniegelenk zu schonen.
Auf der anderen Seite ist hervorzuheben, daß die Fahrtüchtigkeit durch eine Kniegelenksarthrodese nicht beeinträchtigt wird; das Führen eines Automatikwagens wird von den Patienten in der Regel problemlos bewältigt.
Nur 2 Patienten gaben das Autofahren wegen zusätzlicher körperlicher Beeinträchtigungen nach der Arthrodesenoperation auf. Ebenfalls positiv zu bewerten ist, daß 40 % der Patienten regelmäßig eine Sportart ausübten, wobei nach Angaben der Patienten das Schwimmen eine besonders geeignete Sportart ist.
Zusammenfassend konnte festgestellt werden, daß sich - bis auf drei Ausnahmen - die große Mehrheit der Patienten durch die Kniegelenksversteifung in ihrem beruflichen und privaten Bereich im wesentlichen nicht beeinträchtigt fühlte.

6. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird über die Ergebnisse von 121 Kniegelenksarthrodesen berichtet, die in der Zeit von 1970 - 1982 bei Patienten der BGU-Tübingen durchgeführt wurden.
Einleitend wird ein Überblick über Einteilung und Indikationsstellung, sowie die verschiedenen Entwicklungen der Operationsmethoden bis zur heute üblicherweise durchgeführten Resektionskompressionsarthrodese mit äußerer Fixation gegeben.
Anschließend wird die Absicht der Arbeit dargelegt, Indikationsstellungen und angewandte technische Verfahren im Hinblick auf die erzielten Frühergebnisse zu bewerten.
Davon ausgehend, daß die Versteifung eines großen Gelenkes nicht ohne Auswirkungen auf den übrigen Bewegungsapparat bleiben kann, wird in einem zweiten Abschnitt über die Spätergebnisse nach durchschnittlich 8,5 Jahren unter besonderer Berücksichtigung der Folgeschäden im Bereich der benachbarten Gelenke berichtet.
Die Auswertung der Ergebnisse der in der BGU-Tübingen durchgeführten Kniegelenksarthrodesen zeigt, daß bei Versagen aller gelenkerhaltenden Maßnahmen mit der Kniegelenksversteifung in der Mehrzahl der Fälle gute Behandlungsresultate erzielt werden können.
Als eventuelle Spätfolgen an Nachbargelenken sind besonders Beschwerden und röntgenologische Veränderungen im Bereich der Lendenwirbelsäule zu berücksichtigen.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AF	Arbeitsfähigkeit
AU	Arbeitsunfähigkeit
BGU	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
BU	Berufsunfähigkeit
HL	Homolateral
HTP	Hüfttotalprothese
HV	Heilverfahren
KL	Kontralateral
LWS	Lendenwirbelsäule
MDE	Minderung der Erwerbstätigkeit
NU	Nachuntersuchung
O.A.	ohne Angabe
OP	Operation
O'schenkel	Oberschenkel
OSG	oberes Sprunggelenk
RH.A.	rheumatoide Arthritis
SG	Sprunggelenk
TEP	Totalendoprothese
TP	Totalprothese
USG	Unteres Sprunggelenk

LITERATURVERZEICHNIS

1 AIRANOW, G.
SPASSOW, S.A.
Kniegelenksarthrodese mit AO-Verplattung
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 22, (1975) 308-311

2 ALBERT, E.
Chirurgische Mitteilungen
Centralblatt für Chirurgie 8, (1881) 766-767

3 BLAUTH, W.
Arthrodesen bei tabischen Arthropathien
Verh. dtsch. orthop. Gs. 56, (1969)

4 BLAUTH, W.
KÖNIG, G.
Knee Arthrodesis in Neuropathic Arthropathies
The Arthrodesis in the Restauration of Working Ability
Stuttgart 1975, Chapchal, G.
119-120

5 BLAUTH, W.
MEVES, H.
Arthrodesis in Tumorous Knee Joints
The Arthrodesis in the Restauration of Working Ability
Stuttgart 1975, Chapchal, G.
127-129

6 BLAUTH, W.
Resection Arthrodesis in Treatment of Bone Tumors located near the Knee Joint
Z. Orthop. 114/(6), (1975) 931-935

7 BAILEY, J.D.
BURKHALTER, W.E.
Knee Fusion After severe Injury to the Knee Joint
The Journal of Trauma 15, (1975) 398-406

8 BARGON, G.
Röntgenmorphologische Gradeinteilung der posttraumatischen Arthrose des oberen Sprunggelenks
Hefte zur Unfallheilk. 133, (1978) 28

9 BAUMGARTNER, R.
Operative und orthopädietechnische Möglichkeiten nach der Entfernung von Knieendoprothesen
Med.-orthop.-Techn. 100, (1980) 143-145

10 BEAVER, R.
Bilateral Ankylosis of Hips and Knees
The Lancet 1, (1982)

11 BESSENBACH, M.
Unsere Erfahrungen mit der Arthrodese destruierter Kniegelenke infolge chronischer Polyarthritis
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 17, (1970) 763

12 BIBRACHER, C.
Ergebnisse der Kniegelenksarthrodese bei traumatischen Gelenkveränderungen
Inaugural-Diss., LMU-München (1975)

13 BRATTSTRÖM, H.
BRATTSTRÖM, M.
Long-Term Results in Knee Arthrodesis in Rheumatoid Arthritis
Acta Rheum. Scand. 17, (1971) 86-93

14 BRATTSTRÖM, H.
BRATTSTRÖM, M.
Kniegelenksarthrodese bei Patienten mit rheumatoider Arthritis
Orthopädie 2, (1973) 92-93

15 BREITENFELDER, J.
Zum Problem des Kreuzschmerzes nach Hüftarthrodesen
Wirbelsäule in Forschung und Praxis Bd. 71/45

16 BRITTAIN, H.A. Architectural Principles in Arthrodesis
Edinburgh-London (1952), 2. Aufl.

17 BROCHER, J.E.W. Die Prognose der Wirbelsäulenleiden
Stuttgart 1973, 2. Aufl.

18 BRODERSEN, M.P.
FITZGERALD, R.H.
PETERSON, L.F.A.
COVENTRY, M.B.
BRYAN, R.S. Arthrodesis of the Knee following Failed Total Knee Arthroplasty
J. Bone Joint Surgery 61A, (1979) 181-185

19 BROOKER, A.F.
HAMEN, N.M. The Biplane Frame Modified Compression Arthrodesis of the Knee
Clin. Orthopaedics and Related Research 160, (1981) 163-167

20 BRÜCKNER, L. Spätergebnisse der Kniegelenksarthrodese
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 26, (1979) 304-306

21 BRUNNER, B. Ergebnisse nach Kniegelenksarthrodesen
H. Unfallheilk. 128, (1976) 235-241

22 BUCHHOLZ, K. Spätinfektionen nach künstlichem Gelenkersatz mit septischem Verlauf
Chirurg 50, (1979) 573

23 BURRI, C.
MUTSCHLER, W. Das Knie
Verletzungen, Verletzungsfolgen, Erkrankungen
Stuttgart 1982

24 BURRI, C. Die posttraumatische Gelenkinfektion
in: Posttraumatische Osteitis
Bern, Stuttgart, Wien, 2. Aufl. 1979

25 CHAPCHAL, G. — Intramedullary Pinning For Arthrodesis of the Knee Joint
J. Bone Joint Surgery 30A, (1948) 728-734

26 CHAPCHAL, G. — The Arthrodesis in the Restauration of Working Ability
Stuttgart 1975

27 CHARNLEY, J.C. — Positive Pressure in Arthrodesis of the Knee Joint
J. Bone Joint Surgery 30B, (1948) 478-486

28 CHARNLEY, J.C. BAKER, S.L. — Compression Arthrodesis of the Knee
J. Bone Joint Surgery 34B, (1952) 187

29 CHARNLEY, J.C. — Compression Arthrodesis
Edinburgh-London (1953)

30 CHARNLEY, J.C. LOWE, H.G. — A Study of the Endresults of Compression Arthrodesis of the Knee
J. Bone Joint Surgery 40B, (1958) 633

31 CHARNLEY, J.C. — Arthrodesis of the Knee
Clin. Orthop. 18, (1960) 37-42

32 CONYBEARE, M.E. DUTHIE, R.B. — Die Behandlung des hämophilen Gelenkes
Orthopäde 6, (1977) 39-43

33 DEBRUNNER, A.M. — Biomechanische Wirkungen der posttraumatischen Achsenfehler der unteren Extremität
Z. Unfallmed. u. Berufskrkht. 59/(1) (1966)

34 DEBRUNNER, A.M. — Orthopädie
Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis
Bern (1983) 426

35 DEBRUNNER, H. Das Kniegelenk
in: Handbuch der Orthopädie 4/(1), Hrsg. Hohmann, G., Stuttgart (1961) 648

36 DEBRUNNER, H. Orthopädisches Diagnostikum
Stuttgart (1978), 3. Aufl.

37 DECKER, S.
SCHEUER, I. Indikation und Technik der Kniegelenksarthrodese
Unfallheik. 85, (1982) 272-279

38 DIEHL, K.
HORF, W. Statische und dynamische Untersuchungen bei der Kompressionsarthrodese des Kniegelenks
Z. Orthop. 111, (1973) 919-925

39 ENNEKING, W.F.
SHIRLEY, P.D. Resection-Arthrodesis for Malignant and Potentially Malignant Lesions about the Knee using an Intramedullary Rod and Local Bone Grafts
J. Bone Joint Surgery 59A, (1977) 223-236

40 EXNER, G. Möglichkeiten operativer Behandlung der Kniegelenksarthrose
Deutsches Ärzteblatt 12, (1976) 801-808

41 FIDLER, M.W. Knee Arthrodesis following Prosthesis Removal Use of Wagner Apparatus
J. Bone Joint Surgery 65B, (1983) 29-31

42 FISCHER, P. Katamnesen und Nachkontrolle von Kniegelenksarthrodesen
Diss., Zürich (1973)

43 FISCHER, V. Technische Variationen der Kniegegelenksarthrodese bei aktuellen Indikationen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 74, (1972) 269-280

44 FREEMAN, M.A.R. Arthritis of the Knee
Berlin 1980

45 GESCHWEND, N. Orthopädisch-chirurgische Therapie der rheumatischen Krankheiten
Therapiewoche 26, (1976) 4594-4599

46 GOLLOWAY, H.J. The Patellar Bone Graft in Excision of the Knee
Amer. J. orthop. Surg. 15, (1917) 704

47 GREEN, D.P.
PATHES, J.C.
STINCKFIELD, F.E. Arthrodesis of the Knee
A Follow-up Study
J. Bone Joint Surgery 49A, (1967) 1065-1078

48 GREIFENSTEINER, H. Kompressionsarthrodese des Kniegelenkes
Z. Orthop. 83, (1953) 404-414

49 GRIEBEL, W. Indikation zur Arthrodese beim Schlotterknie
H. Unfallkk. 129, (1977) 350-351

50 GRONERT, H.D. Indikation und Technik der Frütharthrodese
Z. Orthop. 111, (1973) 424

51 HAGEMANN, W.F.
WOODS, G.W.
TULLOS, H.S. Arthrodesis in Failed Total Knee Replacement
J. Bone Joint Surgery 60A, (1978) 790-794

52 HAMACHER, P.K. Spätfolgen nach Kniegelenksarthrodesen
Z. Orthop. 111, (1973) 441-443

53 HAMACHER, P.K. Kniegelenksarthrodesen- Spätfolgen an benachbarten Gelenken
Orthop. Praxis 7/XII, (1976) 748-751

54 HANKIN, F.
LONIE, K.W.
MATTHEWS, L.S. The Effect of Total Knee Arthroplasty Prosthesis
Design on the Potential for Solvage Arthrodesis Measurements of Volumes, Lengths and Trabecular Bone contact Areas
Clin. Orthopaedics and Related Research 155, (1981) 52-58

55 HIBBS, R.A. An Operation for Stiffening the Knee Joint
Amer. Surg. 53, (1911) 404-407

56 HIBBS, R.A. The Treatment of Tuberculosis of the Joints of the Lower Extremities by Operative Fusion
J. Bone Joint Surgery 12, (1930) 749

57 HIERHOLZER, G. Arthrodese nach Schienbeinkopfbrüchen
H. Unfallhk. 126, (1975) 283-288

58 HIERHOLZER, G.
HÖRSTER, G.
GRAS, U. Die Kniegelenksarthrodese
Unfallheilk. 86, (1983) 122-130

59 HÖRDEGEN, K.M. Influence of Hip-Arthrodesis on the Spine
Arch. Orthop. Unfallchir. 69, (1970) 97-113

60 HÖRSTER, G.
LUDOLPH, E.
SCHLOSSER, L.
Knie- und Sprunggelenksarthrodesen in der Behandlung der gelenknahen Knocheninfektion
H. Unfallhk. 138, (1979) 367

61 HOLZ, U.
WELLER, S.
Möglichkeiten der äußeren Fixation
Chirurg 46, (1975) 97

62 HOLZ, U.
Indikation und Technik der Kniegelenksarthrodese
H. Unfallhk. 128, (1976) 221-234

63 HONGHTON, G.R.
DICKSON, R.A.
Lower Limb Arthrodeses in Haemophilia
J. Bone Joint Surgery 60B/3 (1978) 387-389

64 HUKE, B.
Comparative Study of the Result of Arthrodesis of the Knee According to Charnley's Method and to a Procedure with two AO-Plates
The Arthrodesis in the Restauration of Working Ability
Stuttgart 1975, Chapchal, G.
124-127

65 HUKE, B.
Die Indikation zur Kniegelenksarthrodese in der Abgrenzung zur Alloarthroplastik sowie Korrekturosteotomie
Orthop. Praxis 7/XII, (1976) 729-738

66 JANSSEN, G.
Spätzustände nach Kniegelenksarthrodesen
Orthop. Praxis 7, (1975)

67 JASTER, D.
Zur Arthrodese des Kniegelenkes
Zbl. Chirurgie 104, (1979) 652-657

68 JENTSCHURA, G.
Die operative Behandlung von Kniegelenksarthrosen
Deutsches Med. Journal 22, (1971) 584-586

69 KEY, J.A.
Positive Pressure in Arthrodesis for Tuberculosis of the Knee Joint
Southern Medical Journal 25, (1932) 909-915

70 KLEMS, H.
TALKE, M.
Kompressionsarthrodese nach Schienbeinkopfbrüchen
H. Unfallhk. 126, (1975) 292-295

71 KLEMS, H.
WEIGERT, M.
DIRKWINKEL, E.
Die Resektions-Kompressionsarthrodese des Kniegelenkes
Z. Orthop. 113, (1975) 110-118

72 KNESE, K.H.
Kinematik des Kniegelenkes
Z. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte 115, (1951) 287-322

73 KNUTSON, K.
LIDGREN, L.
Arthrodesis after Infected Knee Arthroplasty Using an Intramedullary Nail
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 100, (1982) 49-53

74 KOEKENBERG, L.J.L.
Operationen an den unteren Extremitäten
Orthop. Schuhtechnik 30, (1978) 49-53

75 LANDSIEDL, F.
Statik und Kreuzschmerz
Wirbelsäule in Forschung und Praxis 71, 37

76 LANGE, M.
Orthopädisch-chirurgische Operationslehre
München (1951) 577-583

77 LANGE, M.
Die Arthrodesen
Vortrag Mai 1954 in Linz
Wien. med. Wschr. 105, (1955) 256

78 LANGE, M.
Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie
Stuttgart (1965), II/1

79 LEDERMANN, K.L.
Die physiologischen Achsen der unteren Extremität
Z. Unfallmed. u. Berufskrkht. 59/1, (1966) 4-11

80 LOB, G.
Das infizierte Kniegelenk
Z. Allg. Med. 56, (1980) 2128-2135

81 LUCAS, D.B.
MURRAY, W.R.
Arthrodesis of the Knee by Double-Plating
J. Bone Joint Surgery 43A, (1961) 795-808

82 LUZERN, P.W.von
Rentenverlauf bei Kniegelenksfrakturen
Inaugural-Diss., Basel (1977)

83 MAZZETTI, R.F.
Effect of Immobilisation of the Knee on Energy Expenditure During Walking
J. Bone Joint Surgery 42A, (1960) 533

84 MEEDER, P.J.
HOLZ, U.
PFISTER, U.
WENTZENSEN, A.
Indikation und Technik der Kniearthrodese
Akt. Traumatol. 11, (1981) 210-216

85 MENSCHIK, A.
Die Kinematik des Kniegelenkes und Hinweise auf den allgemeinen gesetzmäßigen Aufbau der Wirbeltiergelenke
H. Unfallhk. 126, (1975) 212-220

86 MERLE d'AUBIGNÉ, R.
DEJONNAY, J.-P.
Diaphyso-Epiphysical Resection for Bone Tumor at the Knee
J. Bone Joint Surgery 40B, (1958) 385-395

87 MITTELMEIER, H. Arthrodesis of the Knee Joint Using Autodynamic Plates
The Arthrodesis in the Restauration of Working Ability
Stuttgart 1975, Chapchal, G.
120-124

88 MOHING, W. Die Arthrosis deformans des Kniegelenkes
Ätiologie-Pathogenese-Klinik-Begutachtung
Berlin (1966)

89 MÜLLER, K.H.
STRATMANN, P.
REHN, J. Grundlagen zur kontinuierlichen Spannungsmessung im Frakturspalt nach Fixateur-externe-Osteosynthese
Unfallhk. 82, (1979) 183

90 MÜLLER, K.H. Exogene Osteomyelitis von Becken und unteren Gliedmaßen
Berlin (1981)

91 MÜLLER, M.E.
ALLGÖWER, M.
WILLENEGGER, H. Technik der operativen Frakturbehandlung
Berlin (1963) 71-74

92 MÜLLER, M.E.
ALLGÖWER, M.
WILLENEGGER, H. Manual der Osteosynthese, AO-Technik
Berlin (1969) 284

93 MÜLLER, M.E. Die Kompressionsosteosynthese unter besonderer Berücksichtigung der Knieartrodese
Helvetica chir. Acta, Series B 22 (1955)

94 PEIĆ, S. Der Beinlängenunterschied und der Kreuzschmerz
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis 71, 58

95 PFISTER, U. Zur Indikation und Technik der Kniegelenksarthrodese Mschr. Unfallhk. 78, (1975) 437-444

96 PFISTER, U. Die Arthrodese des Kniegelenkes Unfallmed. Tgg in Baden-Baden d. LV SW-Dtl. der gewerbl. BG am 18/19.10.1975

97 PFISTER, U. Fixateur externe bei Arthrodesen Akt. Traumatol. 6, (1976) 91-97

98 PHILLIPS, H.T. MEARS, D.C. Knee Fusion with External Skeletal Fixation after an Infected Hinge Prosthesis Clin. Orthopaedics and Related Research 155, (1980) 147-152

99 PICHARD, R. La Résection Arthrodèse de l' Articulation Fémoro-tibio-Rotulienne chez le chien Animal de Compagnie 4, (1974) 399-414

100 POTENZA, A.D. A Modification of the Charnley Method for Compression Arthrodesis of the Knee Clin. Orthop. 91, (1973) 95-97

101 RETTIG, H. Indikation und Ergebnisse der Hüft- und Kniegelenksarthrodese Z. Orthop. 117, (1979) 443-446

102 RIEDL, K. Die Technik der Kniegelenksarthrodese unter spezieller Berücksichtigung der internen Platten-Osteosynthese Orthop. Praxis 7/XII, (1976) 743-747

103 SCHELLMANN, W.D. Funktionseinheit Kniegelenk- ihre Besonderheiten und klinischen Probleme H. Unfallhk. 126, (1975) 207-211

104 SCHREIBER, A. The Arthrodesis of the Knee The Arthrodesis in the Restauration of Working Ability Stuttgart 1975, Chapchal, G. 116-119

105 SCHREIBER, A. RAZAVI, R. WEBER, A. DIETSCHI, C. Die Kniegelenksarthrodese heute H. Unfallhk. 126, (1975) 289-292

106 SETTNER, M. Die Kniegelenksarthrodese Nachuntersuchungsergebnisse von 76 Patienten der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg-Buchholz Diss., Essen (1981)

107 SILLER, T.N. HADJIPAVLON, A. Knee Arthrodesis Long-Term Results The Canadian Journal of Surgery 19, (1976) 217-219

108 SPRANGER, M. Der pathophysiologische Bewegungsablauf nach Kniegelenksarthrodesen und seine Auswirkung auf die perianky lotischen Bewegungszentren Orthop. Praxis 7/XII, (1976) 739-742

109 STADLER, J. Arthrosezeichen Arch. Orthop. Unfallchir. 82, (1975) 311

110 STEINER, E. Kniegelenksarthrodese-Untersuchung nach 15 Jahren Orthop. Praxis 7, (1976) 752-753

111 STEWARD, M.J.
BLAND, W.G.
Compression Arthrodesis
Comparative Study of Methods of Fusion of Knee in 93 Cases
J. Bone Joint Surgery 40A, (1958) 585-606

112 STOLTZ, M.R.
GANZ, R.
Fracture after Arthrodesis of the Hip and Knee
Clin. Orthopaedics and Related Research 115, (1976) 177-181

113 THORNHILL, T.S.
DALZIEL, R.W.
SLEDGE, C.B.
Alternatives to Arthrodesis for the Failed Total Knee Arthroplasty
Clin. Orthopaedics and Related Research 170, (1982) 131-139

114 URECH, C.
Über Kniearthrodesen
Z. Unfallmed. u. Berufskrkht. 70/2, (1977) 95-114

115 VULPIUS, O.
Über den Wert der Arthrodese
Münch. Med. Wschr. 55/I,33 (1908) 332-333

116 VULPIUS, O.
Die Bewertung der Arthrodesen-operation
Z. f. Orthop. Chir. 44, (1924) 85-88

117 WALCHER, K.
Zur Frage der Indikation und Technik der Arthrodese beim Kind und Jugendlichen
Arch. orthop. Unfallchir. 83, (1975) 247-268

118 WELLER, S.
KÖHNLEIN, E.
Die Traumatologie des Kniegelenkes
Stuttgart (1962)

119 WITT, A.N.
Die Arthrodesen
Z. Orthop. 111, (1973) 407

120 ZENKER, H.
Die Kniegelenksarthrodese bei En-bloc-Resektion von Riesenzellgeschwülsten
Z. Orthop. 111, (1973) 438-440

FRAGEBOGEN ZUR KNIEGELENKSVERSTEIFUNG

1. Welches waren Hauptgründe für Sie, Ihr Kniegelenk versteifen zu lassen?

__ Belastungsschmerzen
__ Bewegungsbehinderung/Streckbehinderung
__ Infektion
__ Achsenfehlstellung
__ Instabilität

2. Wie zufrieden sind Sie mit dem Resultat der Operation?

__ Die Beschwerden haben sich gebessert
__ Die Beschwerden sind gleich geblieben
__ Die Beschwerden haben sich verschlechtert
__ Sie sind beschwerdefrei

3. Mussten Sie nach der Operation Ihren Beruf wechseln?

__ nein __ ja

4. Wenn ja, sind Sie für Ihren neuen Beruf umgeschult worden?

__ nein __ ja

5. Haben Sie durch Ihr versteiftes Knie Schwierigkeiten in Ihrem Beruf?

__ nein __ ja

6. Wennja,welche? _____

7. Haben Sie Schmerzen im Knie-oder in einem anderen Gelenk?

Im nicht versteiften Knie	Im versteiften Knie
__ nein	__ nein
__ nur bei Belastung	__ nur bei Belastung
__ dauernd	__ dauernd
Im rechten Hüftgelenk	**Im linken Hüftgelenk**
__ nein	__ nein
__ nur bei Belastung	__ nur bei Belastung
__ dauernd	__ dauernd

Im rechten Fuss-/ Sprunggelenk

__ nein
__ nur bei Belastung
__ dauernd

Im linken Fuss-/ Sprunggelenk

__ nein
__ nur bei Belastung
__ dauernd

In der Lendenwirbelsäule

__ nein
__ nur bei Belastung
__ dauernd

8. Leiden Sie unter Kopfschmerzen?

__ nein __ ja; seit ca _____ Jahr(en)

9. Hatten Sie nach der Versteifungsoperation Knochenbrüche?

__ nein __ ja

1o. Wenn ja, welche? _____

11. Wie kommen Sie mit Ihrem versteiften Knie im täglichen Leben zurecht?

__ ich fühle mich unsicher beim Gehen
__ ich habe Schwierigkeiten beim Treppensteigen
__ ich stolpere öfters
__ ich stürze häufiger
__ ich habe Schwierigkeiten beim Benützen öffentlicher Verkehrsmittel
__ ich habe Schwierigkeiten mit dem Sitzen auf Stühlen bzw. Sesseln
__ ich habe Schwierigkeiten beim Benützen von öffentlichen Toiletten
__ ich habe Schwierigkeiten beim hinknien
__ ich habe Schwierigkeiten bei der Verrichtung der Hausarbeit

12. Wie schätzen Sie Ihre mögliche Laufstrecke ein?

__ ich bewege mich nur in der Wohnung
__ weniger als 1 km
__ mehr als 1 km
__ uneingeschränkt

13. Haben Sie vor der Knieversteifung Sport getrieben?

__ nein __ ja

14. Führen Sie heute eine Sportart aus?

__ nein __ ja

15. Welches Bein benutzen Sie als Standbein?

__ das versteifte Bein __ das gesunde Bein
__ beide Beine

16. Benutzen Sie Hilfsmittel zum Gehen?

__ ich benutze keine Hilfsmittel
__ ich benutze ständig einen Stock
__ ich brauche einen Stock nur auf der Strasse
__ ich benutze Unterarmstützen
__ ich benutze sonstige Hilfen: _____
__ ich benutze Orthopädische Schuhe/einen Absatzausgleich

17. Haben Sie Durchblutungsstörungen am betroffenen Bein?

__ Schwellungen des Unterschenkels/Sprunggelenkes
__ Wadenkrämpfe
__ Krampfadern

18. Hat das versteifte Knie sonstige Beschwerden oder Probleme für Sie gemacht?

Machen Sie bitte eigene Angaben! _____

19. Wären Sie bereit, sich zur Überprüfung des Behandlungsergebnisses in der BGU-Tübingen vorzustellen?

ANHANG II

Nachuntersuchungsbogen zur Kniegelenksversteifung

1. Beschwerden des Patienten

Beschwerden in der Arthrodese: Dauerschmerzen:
Belastungsschmerzen:
Wetterabhängige Schmerzen:

Beschwerden in den benachbarten Gelenken: Vergleichskniegelenk:
Hüftgelenke:
Sprunggelenke:
Lendenwirbelsäule:

2. Hilfsmittel

a) Stock: Unterarmstützen:
Schienenhülsenapparat:
b) Konfektionsschuhe: Orthopädisches Schuhwerk:
Absatzausgleich: Abrollsohle:
c) Automatikwagen: Schaltwagen:

3. Trophik

Hautfarbe: Hauttemperatur:
Unterschenkelödeme: Status varicosus:
Sensibilität:

4. Lokalstatus:

Narbenverhältnisse reizlos: Fistel:
Druckschmerz:
Gelenkkontur unauffällig: Deformierung:
Beckenschiefstand: Brettchenausgleich in cm:

5. Gangbild barfuß zu ebener Erde:

flott: unsicher:
Verkürzungshinken: Schonhinken:

6. Füße:

Beschweißung: Beschwielung der Fußsohlen:
Fußpulse:
Deformitäten: Hallux valgus:
Hallux malleolus:
Senk-/Spreitzfuß:
Hohlfuß:

7. Rücken

Rückenmuskulatur: unauffällig:
verspannt:
Fehlhaltung der LWS: Skoliose:
Hyperlordose:
Beweglichkeit der LWS: Finger-Bodenabstand in cm:

8. Rehabilitation:

Beruf: gleich geblieben:
neuer Beruf:

Rentner seit _____
Minderung der Erwerbsfähigkeit in % _____
Ausübung einer Sportart:

9. Allgemeine Zufriedenheit mit dem Resultat

insgesamt zufrieden:
nicht zufrieden:
Schwierigkeiten im persönlichen Bereich:
durch die Arthrodese stark behindert:

LEBENSLAUF

Am 11.1.1957 wurde ich, Gertraud Maria Kremer, als Tochter des Martin Kremer und seiner Ehefrau Gertrud Kremer, geb. Gräfingholt, in Schwelm geboren.
Ab 1963 besuchte ich die Katholische Volksschule in Hagen. Die Reifeprüfung legte ich im Juni 1976 am Neusprachlichen Gymnasium St. Hildegard in Hagen ab.

Zum Wintersemester 1976/77 nahm ich das Studium der Humanmedizin an der Universität Essen auf.
Von Oktober 1979 bis Juni 1980 war ich als Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Physiologische Chemie der Universität Essen, unter Leitung Prof. Dr. Schriefers, auf dem Gebiet der Rezeptorforschung tätig.

Zum Wintersemester 1980/81 wechselte ich an die Universität Tübingen, wo ich am 12. und 19. Oktober 1983 den Dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestand.

Die Approbation als Arzt wurde mir am 7.11.1983 erteilt.